Wiskunde-onderwijs

P. van Ulsen

28 juli 2014

Inhoudsopgave

Inleiding

Al door zijn tweede studie, filosofie annex psychologie, had Beth de gelegenheid om zich extra te verdiepen in waarneming, verwerking van waarnemingen, leren en dit vervolgens te combineren met de vakdidactiek voor wiskunde. Dit kwam al tot uiting in zijn dissertatie. De hierdoor opgedane kennis zou gedurende zijn gehele leven van belang blijken te zijn, ook voor zijn academische bezigheden. Ook Heyting had belangstelling voor didactiek, zij het dat hij niet een rol vervulde gelijk E.W. Beth.

Na de oorlog kreeg in Nederland de universitaire wiskunde met een ontwikkeling te maken, die verschilde van de wijze, waarop dit vak vóór de oorlog bedreven werd. Naast de zuivere wiskunde kwam nu in sterkere mate dan voorheen de toegepaste wiskunde op. In deze lijn lag het stichten van het Mathematisch Centrum en de uitbreiding van vakken, zoals die gegeven werden binnen het Mathematisch Instituut aan de Gemeentelijke Universiteit van Amsterdam. Heyting had na de oorlog, en bij de pensionering van Brouwer in 1951, in sterkere mate dan Beth te maken met de Amsterdamse universitaire wiskunde. Hij was ook enige tijd directeur van het Mathematisch Instituut.

Zowel van filosofische alsook van wiskundige en natuurkundige kant had Beth met tegenstand te maken in verband met het door hem te ontwikkelen vakgebied. Ondermeer om de positie van zijn vak veilig te stellen zette hij zijn 'Instituut voor Grondslagenonderzoek en Philosophie der Exacte Wetenschappen' op. Hierdoor werd het ook gemakkelijker om mensen uit te nodigen en een netwerk van bevriende geleerden op te bouwen. Met het Instituut voor Grondslagenonderzoek hangen derhalve nog twee hoofdstukken samen. Het ene is het d.m.v. dit instituut afgesloten contract met Euratom. Hierdoor was het mogelijk om met een groep mensen onder Beths leiding te werken aan alles waar op dat moment zijn belangstelling naar uitging: in het kader van automatisering op een exacte wijze benaderen van allerlei soorten logica, taal, bewijslengte en verdere daarmee samenhangende problemen. Het andere omhelst Beths buitenlandse netwerken en de perioden dat hij in de VS werkzaam was. Deze periode is interessant omdat daarin het opnieuw opbouwen van diverse universitaire disciplines, waaronder logica en wiskunde, na WWII viel.

1 Onderwijsmethoden

1.1 Beschavingswerk — Beths drijfveer tot onderwijs

Beth heeft zich vanaf het eerste begin in zijn loopbaan beziggehouden met alle aspecten van onderwijs. Dit deed hij zowel praktisch — eerst in het middelbaar onderwijs, later

op de universiteit — alsook theoretisch.[1] Zijn basiskennis omtrent onderwijs en onderwijsmethoden heeft Beth in de dertiger jaren opgedaan. Naast in het onderwijs sec was hij ook onderwijs-bestuurlijk in de weer. Voor het geven van onderwijs had Beth zich van de ene tijdelijke aanstelling naar de andere door Nederland heen te slepen. Nergens verkreeg hij een vaste aanstelling. Voor dat laatste kunnen twee zaken worden aangevoerd. Zijn zware asthma zal hem bij medische keuring wel niet geholpen hebben, een tweede factor was dat hij in de klas geen orde kon houden. Hierdoor keek Beth wel rond naar verandering van werkkring. Vandaar zijn diploma verzekeringswiskunde en een kandidaats in de rechten. Gelukkig voor hem en zijn familie werd hij direct na WWII tot hoogleraar benoemd

Ook Heyting hield zich bezig met onderwijs. Dit deed hij voor de langste tijd in Enschede. Enschede gaf Heyting bovendien een goede uitvalsbasis naar Münster, waar indertijd H. Scholz aan de universiteit verbonden was. Scholz had een grote belangstelling voor de grondslagen en de filosofie van de wiskunde. Scholz was bovendien een bekende van Heyting en Beth. De universiteit van Münster beschikte bovendien over een goede bibliotheek, waar Heyting zijn voordeel mee deed, en dit ook i.v.m. het samenstellen van zijn proefschrift. Net zoals bij Beth was voor Heyting het lesgeven op een middelbare school niet de beste tijd van zijn leven. Hij had net zoals Beth te kampen met ordeproblemen. Zijn benoeming tot lector en later hoogleraar heeft hem hiervan bevrijd. Brouwer heeft nooit op een middelbare school les gegeven. Hij zat wel in het bestuur van het gymnasium te Hilversum en was veelvuldig tijdens de middelbare schoolexamens als gecommitteerde ergens in het land te vinden. Over het geven door hem van onderwijs op de middelbare school valt derhalve weinig te zeggen en de meningen zijn verdeeld over zijn universitaire onderwijs.

Wij zullen het hier verder maar niet meer hebben over de didactische kwaliteiten van Beth en Heyting binnen het middelbaar onderwijs, maar wel hun denkbeelden over onderwijs.

Een zeker idealisme was Beth niet vreemd. Het verbeteren van de mens tot een redelijk en beschaafd wezen door de toediening van de juiste informatie en denkmethoden was iets wat hem zeer ter harte ging. Hierin stond hij niet alleen. In het heden en het verleden ziet men vaker, dat logici zich een opvoedende taak voor ogen stellen. Als een vroeg voorbeeld hiervan kan de Catalaan Ramon Lull (1232-1316) genomen worden.[2] Lullus trachtte een 'mechanische' bewijsmethode te ontwikkelen en ging daarmee in Noord-Afrika op reis om de verdwaasde volgelingen van de valse profeet op het pad van Licht en Rede te brengen. Helaas voor hem was in die tijd niet iedereen gevoelig voor argumenten en werden onenigheden op een meer fysieke manier beslecht.

De combinatie van onderwijs en het verbeteren van mens en maatschappij deed opgeld tijdens bijeenkomsten van significhe studiegroepen, waaraan ook Beth deelnam. Het doel van een aantal bijeenkomsten was de bestudering van de geestelijke volksgezondheid en de oorzaken van massa-hysterie. Het 'Studiegenootschap voor psychische

[1]Op de Universiteit van Amsterdam bewoog Beth zich binnen tal van faculteiten:Wis- en Natuurkunde, Letteren en Wijsbegeerte, de Politieke en Sociale Wetenschappen en tenslotte de Centrale Interfaculteit (wijsbegeerte).

[2]Het voorbeeld van Lullus is aan Beth ontleend.

massahygiëne' werd o.a. aangevoerd door David van Dantzig. Het genootschap presenteerde zich dienaangaande op het 'International Congress on Mental Health' (Londen, 12–21 augustus 1948). Dit was natuurlijk zo vreemd nog niet na de Tweede Wereldoorlog. Bovendien paste dit binnen het raamwerk van de significsche beweging: men hield er een theorie op na over de diverse gelaagdheden van taal —van omgangstaal tot wiskundige verhandelingen, met daarnaast de relatie tussen taal en sociale handelingen. Maar ook als mensen door het ondergaan van onderwijs hun leven wilden beteren, konden zij op de hulp van Beth rekenen. Een voorbeeld is een gevangene, Ullmann, die in de penitentaire inrichting te Scheveningen door het lezen van Beth (1951*a*) in aanraking was gekomen met de logica en daarmee genas van slechte denkbeelden. Ullmann bleek later als Duitser –en SS-er– met oorlogsverleden in de penitentaire inrichting te Scheveningen geplaatst te zijn en moest later zelfs naar de strafinrichting te Breda. Door Elseviers Weekblad kwam hij met Beth in contact.[3] Beth stuurde hem enkele logicaboekjes van eigen hand.[4] Ullmann schreef overigens zijn vroegere eigenaardige denkbeelden deels op conto van het door hem gevolgde niet-kritische onderwijs: het klassiek gymnasium. Gelukkig is dit Beth bespaard gebleven door het behalen van een HBS-B-diploma.

Kort gaf Albert Visser dit in een lang geleden gevoerd gesprek dit als volgt weer: 'Elke goede logicus dient een gevangen slechtaard te hebben, die door hem op het juiste pad wordt gebracht.'

Beth was een voorstander, ook in het kader van de significa en de mental health, om door het juiste onderwijs voor jeugdigen en volwassenen de mensen onafhankelijk in het denken te maken. Logica en argumentatieleer zijn hiertoe hulpmiddelen. Zeer fraai werd in 1938, net voor de naderende apocalyps, dit streven verwoord door de significus D. van Dantzig op een wijze, die ook uit de mond van Beth had kunnen komen:[5]

'evenwel laat deze zelfde [mathematische] denkvorm, deze zelfde aard van begrippenanalyse zich ook op talloze andere gebieden toepassen die met de onmiddellijke realiteit van ons dagelijks leven in rechtsreeks verband staan. En zulk een ruimere toepassing van den mathematischen denkvorm komt mij voor van het hoogste belang te zijn. Immers de weergaloze ontwikkeling van de techniek in engeren zin, van de *technische* techniek zou men kunnen zeggen, is gevolgd door een nauwelijks minder belangrijke ontwikkeling van de *psychologische* techniek, van de reclametechniek, advertentietechniek, propagandatechniek, kortom van middelen, invloed op mensen uit te oefenen. Verzuimd hebben wij echter, onze afweermiddelen tegen overtuigings- en suggestiepogingen van anderen te versterken door verbetering van onze *denktechniek*. [...] In dit warnet van vragen en schijnvragen kunnen wij in de begrippenanalyse, gedemonstreerd in den wiskundigen denkvorm, een gids vinden. Tegen al deze geweten en ongeweten psychische invloeden kunnen wij in *verbetering van onze denktechniek* een wapen smeden. En dàt een dergelijke wapening van onzen geest noodig, dringend nodig is, is mijn diepste overtuiging'

Beth was eenzelfde mening toegedaan, en die kunnen we min of meer uit onderstaande

[3] Brief Elseviers Weekblad – Beth, 25.IV.1951.

[4] Brieven A. Ullmann – Beth, 4.V.1951, 7.VIII.1951, 1.XI.1951; brieven Beth – Ullmann, 26.V.1951, 18.X.1951, 6.XII.1951.

[5] van Dantzig (1938).

citaten halen. Maar Beth kwam met nog iets anders aan. Hij wijst ook op de verantwoordelijkheid van de logici en wetenschappers, en wel om in hun werk niet alleen begrijpelijk te zijn voor hun vakbroeders. maar ook om te trachten een zo breed mogelijk publiek van de zo verworven denkbeelden in kennis te stellen. Beth gaf een analogie van het rekenen: [6] 'Een andere vrucht [van de ontwikkeling der theoretische rekenkunde] was een methodiek die de intellectuele beheersing in zulk een mate heeft vergemakkelijkt dat het tenslotte voor iedereen mogelijk is geworden, te leren rekenen. Tot de geestelijke emancipatie van brede volkslagen heeft dit ongetwijfeld zeer sterk bijgedragen.' Beth zag niet op tegen popularisering van zijn logica, hij vond dit een nastrevenswaardig doel. Hij wilde juist vanwege de mogelijk maatschappelijke consequenties van de logica de grenzen doorbreken van een kleine groep: 'was evenwel de automatisering van het rekenen tot stand gekomen, vóór de hier bedoelde methodiek ter beschikking stond, dan zou de kennis van het rekenen wellicht altijd het voorrecht zijn gebleven van een kleine intellectuele élite.' Beth zelf trachtte hieraan op zo veel mogelijk manieren tegemoet te komen: dus populariseren en er niet tegen op zien om in den lande in kleine zaaltjes de discussie over en de verbreiding van logica te bevorderen. Beth heeft dit ook in wat algemenere vorm gegoten: [7]

'De logica dient niet alleen tot opbouw en onderzoek van wiskundige en andere deductieve theorieën, ze is daarenboven ook een machtig hulpmiddel voor rationele kritiek. Het ontstaan en voortbestaan van allerlei wijsgerige en staatkundige leerstelsels is alleen mogelijk tengevolge van een groot tekort aan beheersing van de logica ook in intellectuele kringen. Dit tekort is naar mijn mening vooral te wijten aan het ontbreken van de onmisbare methodiek. Ter adstructie van deze mening moge ik verwijzen naar de talrijke inleidende werkjes die de laatste jaren verschenen zijn. Bij al hun goede bedoelingen slagen ze er geen van alle in, de lezer bij te brengen wat hij nodig heeft; er is nu eenmaal ook hier een *drempelwaarde* die men dient te overschrijden, vóór de lezer enig nuttig effect begint te bespeuren.' En dit geeft bij Beth de volgende afsluitende overweging, juist ten opzichte van 'drempelwaarde':

'De concentratie van de aandacht van de logici op de theoretische aspecten van de problematiek van de *denkmachine* zal dus geen afbreuk mogen doen aan de ontwikkeling van een methodiek die althans voor brede intellectuele kringen een minimum aan kennis en beheersing van de logica gemakkelijk bereikbaar maakt; dit minimum wordt bepaald door de voorwaarde dat de verworven logische kennis als hulpmiddel voor rationele kritiek inderdaad een duidelijk aanwijsbaar nuttig effect kan afwerpen.'

Beth had belangstelling voor het onderwijs sec. Dat werd ten dele ingegeven door zijn werkzaamheden als leraar wis- en natuurkunde aan diverse inrichtingen van middelbaar onderwijs. Van het geven van onderwijs is het een korte weg naar het bestuderen van de te hanteren methoden en de te stellen doelen. Hier niet van los te zien zijn problemen, die samenhangen met Beths universitaire vakgebied en het opnemen van kennis: heuristiek, lerende automaten en automatisch bewijzen. Voor de vraag naar menselijke kennisopname (i.h.b. kinderen) kon men in Genève bij J. Piaget terecht. Voor automatisch bewijzen, lerende automaten en de relatie tussen taal en logica was

[6] Beth (1967, p.78).
[7] Beth (1967, p.78).

het voor Beth mogelijk om zelf door een contract met Euratom met een groep mensen daaraan te gaan werken.

Voor wij op deze zaken door zullen gaan, zal er een ander aspect naar voren moeten worden gebracht. Beth wilde het onderwijs differentiëren naar wat bevattelijk is voor bepaalde groepen mensen. De onderstaande gedachten van Beth blijken nog steeds een zekere actualiteit te vertonen: [8]

‘[A]llereerst over het thema onderwijsvernieuwing. Die radicale vernieuwers (Schut, Bongers, Boeke, enz.) maken allen dezelfde fout, die de ontwerpers van het vigeerende onderwijsstelsel ook reeds hebben gemaakt; zij verwaarloozen de enorme geestelijke heterogeniteit van de schooljeugd.

Tegenover een categorie van 2,5–4 % die vatbaar is voor de hoogere intellectueele vorming staat een overweldigende meerderheid, die niet alleen door geringer verstandelijke capaciteiten, maar ook door een andere geestelijke geaardheid wordt gekenmerkt. Dit blijkt eenerzijds uit het resultaat van tests, anderzijds uit de ondervinding van onderwijzers aan volksscholen en menschen die aan jeugdwerk doen.

De ontwerpers van het huidige onderwijsstelsel hebben alleen rekening gehouden met de capaciteiten en behoeften van de eerste groep en voor die groep hebben zij m.i. ook uitstekend gezorgd. Onze universiteiten zijn vrijwel onverbetelijk, het gymnasium en middelbaar onderwijs is op enkele punten —waarover straks meer— voor verbetering vatbaar, maar in andere richting dan die radicale vernieuwers meenen.

Het bestaande onderwijs voor de tweede categorie van leerlingen —volksschool, muloschool, handelsonderwijs, e.d.— is ten onrechte een imitatie van het voor de eerste categorie bestemde onderwijs met wat dunnere boekjes en een wat langzamer tempo. Men heeft wel eens gezegd: als je over de koe praat, dan moet er een koe voor de klas staan! Dit is inderdaad juist; zulke leerlingen weten pas goed, wat een rechthoek is, wanneer zij die hebben geteekend, uitgeknipt, geverfd en opgeplakt.

Dit brengt mee, dat het onderwijs aan deze lieden veel en veel beperkter van omvang moet zijn, dan dat wat aan de leerlingen van de eerste categorie moet worden gegeven. Verder moet de onderwijsmethode heel anders zijn, veel concreter. Tenslotte moet de keuze van de leerstof veel meer zijn toegespitst op het toekomstige vak of beroep. Voor deze leerlingen gaan dus de desiderata van Schut en Bongers op!

Maar voor de leerlingen waarvoor gymnasium en middelbaar onderwijs zijn bestemd geldt dit alles in het geheel niet; hun aanleg, hun geestelijke habitus, hun maatschappelijke bestemming zijn anders en het onderwijs, dat zij ontvangen is met die gegevens in hoofdzaken in overeenstemming. Om die reden meen ik tegen de propaganda van Schut c.s. oppositie te moeten voeren.

De punten, waarop het bestaande gymnasium en middelbaar onderwijs m.n. behoort te worden herzien, zijn de volende: ...’

En Beth somt op. Hij wil geen schoolexamens meer, maar staatsexamens; dit omdat de gestelde eisen en het afnemen van examens vaak te ongelijk zijn. Het peil van de te geven schoolstof dient hoog te zijn, maar de programma’s niet overladen. Wiskundeonderwijs alleen voor de eerste categorie. Leerlingen die te hoog grijpen, dus voor het onderwijs van de eerste categorie eigenlijk niet in aanmerking komen, moeten verwij-

[8]Brief Beth - De Ridder, Amersfoort, 25.VI,1941.

derd worden en voor hun intelligentie geschikt onderwijs krijgen.

Met zijn denkbeelden over onderwijs bewoog Beth zich ergens in het didactische spectrum, waarvan de beide uiterste waarden gevormd worden door enerzijds discontinuïteit en anderzijds continuïteit. Bij discontinuïteit in het onderwijs gaat men er van uit dat men om te leren en om te begrijpen eerst dient te vergeten. De onderwijsgevende dient derhalve een milieu- en cultuurschok te veroorzaken. Daarna gaat de zweep er over. Aan deze onaangename methode zal hier samen met Beth maar snel worden voorbijgaan. Derhalve nu over naar de andere kant van het spectrum. Daar vinden wij de methode van de continuïteit, de didactiek van deze tijd, die volgens Beth (1958*a*) gekenmerkt wordt door:

‘1. Op algemene gronden van menslievendheid dient men de leerling zoveel mogelijk tegen onaangename ondervindingen te beschermen.

2. Een gewelddadige ingreep in het natuurlijke rijpingsproces kan leiden tot ontwikkelingsstoornissen.

3. De wetenschap is een voortbrengsel van de menselijke geest en moet dus voor de leerling zonder overmatige inspanning verteerbaar zijn, indien zij hem maar op het juiste tijdstip en in een passende vorm wordt ‘aangeboden’.’

De vraag blijft wat Beth werkelijk over onderwijs dacht. Er zal nu een opsomming geven worden van wat daartoe te bekijken valt.

- De verhouding van de wiskundige tot de niet wiskundig geschoolde pedagogen en psychologen.
- Het soort wiskunde, dat men aan jeugdigen van een bepaalde leeftijd en talent moet en kan toedienen.
- De psychische factoren, die een rol kunnen spelen bij het bevatten van een bepaald soort wiskunde en op welke leeftijd deze factoren zich kunnen voordoen.
- De vorm, waarin men de te onderwijzen wiskunde giet. Hieronder vallen de formalismen, het abstractieniveau, de praktische bruikbaarheid.
- Het bewerkstelligen van de juiste ontvankelijkheid voor het opnemen van wiskunde.
- Het verweven van een ideologie met de onderwijsstof.

De laatste kwestie kan hier meteen afgehandeld worden. Beth zag weinig heil in het geven van ideologisch gekleurd wiskunde-onderwijs. Een sprekend voorbeeld hiervan is het rekenen in het lager onderwijs met gebruikmaking van een aan Hegel ontleende terminologie door Bouman en van der Zalm.[9] Voor de afrekening hiermee, zie in de eerste plaats Mannoury’s zeer venijnige, maar ook Beths meer zakelijke recensies. Men

[9] (Bouman & van der Zalm, 1922).

kan zich binnen dat kader afvragen wat men met intuïtionisme aan zou moeten. Anders dan bij het voor Beth toch wel zinloze Hegelianisme omvat het het intuïtionisme meer dan dat, maar is dat qua niveau wellicht ongeschikt om er al te vroeg mee te starten. Beter kan men zonder Hegel of Brouwer aan de hand van Freudenthal naar de bakker gaan om het in stukken snijden van taarten te bestuderen. Maar ook de significi konden er wat van: in de eerste plaats Mannoury met zijn taalgradaties, psychologismen en de dienstbaarheid aan mens en maatschappij. Mannoury's rol was snel uitgespeeld, men komt zijn nam niet meer tegen bij het wiskune-onderwijs en discussie daarover. Naast Mannoury had men ook bemoeienissen met Van Dantzig, die zich ook af en toe druk maakte om het wiskunde-onderwijs: 1) het soort wiskunde, dat gegeven moet worden, 2) hoe de wiskunde gegeven moet worden en 3) het nut van de wiskunde, waarmee de punten 1) en 2) mee samenhangen.[10] Naast de vraag welke wiskunde men moet geven en op welke leeftijd deze moet worden toegedient, heeft men ook te maken met wiskundige gestrengheid. Hoever kan men hierin gaan op de school. Variëert de wiskundige strengheid ook wellicht naar tijd en plaats? Hier komt Heyting (1940) om de hoek kijken. Men kan natuurlijk van alles onder dit begrip gaan samenbrengen en onderzoeken of naar tijd of gebruikersgroep in 'strengheid' variatie zit. Naast deze variatie is er ook een constante: [11] 'In verschillende tijden heeft men onder wiskunde verschillende dingen verstaan; wat hetzelfde bleef, was het streven naar zuiverheid van denken en uitdrukking.' Voor het hier (wiskundelerarencongres) en nu (1940) en voor het gemak (altijd en overal) formuleerde Heyting drie strengheidseisen:

1. Een stelling toepassen alleen daar waar haar premissen vervuld zijn ofwel in schooltermen 'alleen gebruik te maken van het gegevene'. Heyting (1940, p.17): Bij de formuleringen van een stelling worden de voorwaarden, waaronder ze geldt, onvolledig of onnauwkeurig vermeld, of wel, bij de toepassing verzuimt men te onderzoeken, of die voorwaarden inderdaad vervuld zijn.

2. Nauwkeurig woordgebruik —is wiskunde een soort taalonderwijs? Heyting (1940, p.17): 'Onnauwkeurig woordgebruik verraadt slordigheid in het denken: bepaalde termen worden zonder behoorlijke definitie gebruikt of men houdt zich niet aan de gegeven definitie.'

3. De wiskunde zoveel mogelijk losmaken van de ervaring. Heyting (1940, p.17): 'Stellingen, ontleend aan een materiële interpretatie worden als wiskundig bewijsmateriaal gebruikt. [...] De bewijzen van Klein voor stellingen uit de functietheorie met behulp van een model uit de electriciteitsleer zijn voorbeelden van de beste niet-strenge wiskunde.'

In de loop van het verhaal zullen we tegenkomen wat volgens Heyting van dit alles terecht komt in het onderwijs. Zo gemakkelijk is dit niet, want volgens Heyting (1940, p.22):

'[W]elke strengheid eisen wij in de school? Die van Euclides, Weierstrass, Hilbert of Brouwer? Nu, de laatste twee vallen zeker uit. Wat in de wetenschap nog omstreden

[10] Voor een bredere bespreking van het signifische standpunt en vooral dat van Van Dantzig, zie Smid (2000).

[11] Heyting (1940, p.21).

wordt, were men uit de school. Eerst wanneer een theorie zo ten einde gedacht is, wanneer men er zo in alle richtingen de weg in weet, dat ze voor de wetenschap alle interesse heeft verloren, kan ze als regelmatige leerstof in de school gebruikt worden, en ook dan eerst nadat ze een langdurige didactische bewerking heeft ondergaan.' En verder: 'De strengheid, die in de school betracht wordt, is natuurlijk niet die van Hilbert, Brouwer, Weierstrass, Euclides, de leraar of een andere oude heer, maar die van de leerling. En daarmee zitten wij midden in het probleem. Het is niet voldoende, de leerlingen strenge redeneringen voor te zetten, zij moeten zelf tot streng redeneren opgevoed worden en dit eist nog veel meer van de didactiek dan het bijbrengen van wat differentiaalrekening.'

Overigens omvat de vormende waarde van de wiskunde ook voor Heyting (1940) meer dan alleen streng redeneren, bijvoorbeeld 'het leren overzien van een enigzins ingewikkelde logische structuur, de correcte toepassing van een rekenregel, de oefening van de ruimtelijke aanschouwing.'

Het geheel van deze paragraaf, maar ook de komende onderdelen van deze sectie, geeft een eclectische indruk. Het is hier niet de bedoeling een verhaal te schrijven over alle ins en outs van de wiskundedidactiek, maar vooral over wat Beth en Heyting er van vonden. Zo nu en dan krijgt men in de behandeling wellicht en dooreenlopen van belangrijke en minder belangrijke zaken. Ook wordt er niet erg vastgehouden aan het bijeenvegen van echte wiskunde en wat er om heen hangt: streng redeneren is geen getaltheorie, het een kan wel productief bij het verkrijgen van resultaten van het ander zijn.

1.2 Het leerproces

1.2.1 De onderwijsverstrekkers.

Over psychologen en didactici had Beth een tweeledig standpunt.[12] Met hun raadgevingen over de inhoudelijke kant van het wiskunde-onderwijs had Beth niet veel op; zij staan te ver af van wiskunde en het onderwijs daarvan. Iets anders is volgens Beth het toepassen door wiskundeleraren van denkbeelden uit de psychologie op het wiskunde-onderwijs. Volgens Beth zijn pedagogen en psychologen met hun waarnemingen alleen kennis aanvullend en hun oordeel heeft men te zien als advies. Duidelijk kwam dit naar voren in Beth (1939/40), maar ook in zijn commentaar op de denkbeelden van J. Waterink.[13]

Vaak wordt er nadruk gelegd op vergroting van de onderwijskundige productie. Hierbij worden veelal tegelijk onderwijsmethoden naar voren geschoven alsook aanbevelingen van pedagogen. De aanpassing van de te behandelen stof aan de kinderen, die deze hebben te verwerken, vormt dan een belangrijk aspect. Beroepsdidactici hebben al te zeer de neiging hier toe over te willen gaan. Deze neiging wordt dan eens te meer

[12]Brief Beth – S.J. Geursen, 13.VIII.1951; en (Beth, 1939/40) De diverse opmerkingen in de correspondentie met S.J. Geursen houden verband met diens naar Beth om commentaar opgezonden onderwijskundige monografie S.J. Geursen, H. Turkstra, *Werkschrift vlakke meetkunde*, I, II, III.

[13]Waterink, zoals in *Verslag van het Vijfde Nederlandse Congres van Leraren in de Wiskunde en de Natuurwetenschappen*, (gehouden 28 maart 1940 te Amsterdam), Groningen, 1940, pp. 5–14.

versterkt als het om zwakkere leerlingen gaat: ook dezen moet het nodige worden bijgebracht. Het succes van een onderwijsmethode wordt bovendien vaak afgemeten naar het succes dat men ermee heeft op een zo groot mogelijke groep mensen, dus ook op de zwakkere leerlingen. Dit was niet naar de zin van Beth. Hij was geen voorstander van het handhaven van een onmogelijk strengheidspeil. Wel moet het onderwijs echt wiskundig zijn, een op jeugdige leeftijd bijgebrachte lakse werkwijze valt later moeilijk af te leren. Hiermee wilde hij geledingen in het onderwijs aanbrengen naar meer en minder getalenteerden. Het aanbevelen van een eenheidsworst lag niet op zijn weg. Een vraag is derhalve of men de invloed van didactici en pedagogen moet zien in te perken. In sommige landen heeft men een (te) grote invloed van pedagogen en didactici. Een sprekend voorbeeld hiervan vormden volgens Beth de Verenigde Staten.[14] De grote invloed van pedagogen en didactici in de Verenigde Staten schreef Beth toe aan de talrijke immigratiegolven. Daar had men te maken met mensen met een vaak zeer geringe ontwikkeling, en als zij die ontwikkeling wel hadden was deze in vele gevallen in het nieuwe land niet ter zake doende. De opvoeding der kinderen lag dan eens zo zwaar in handen van de school. Het onderwijzend personeel was voor deze taak niet voldoende geschoold. Derhalve had men om deze situatie te boven te komen meer toezicht van boven en richtlijnen nodig. Dit werkte de invloed van pedagogen in de hand.[15] Naast de pedagogen en didactici is het ook van belang om naar leerpsychologie en cognitieve psychologie te kijken. In het geval van Beth kan men op Piaget wijzen. Als afsluiting kan het volgende welhaast licht ironische citaat van Felix Klein dienen: [16]

'Soll ich mich im allgemeinen Sinne über Pädagogik äussern, so will ich folgende Betrachtung vorausschikken: Man kann das pädagogische Problem mathematisch formulieren, indem man die individuellen Qualitäten des Lehrers und seiner n Schüler als ebensoviele Unbekannte einführt und nun verlangt, eine Funktion von $(n+1)$ Variabelen $F(x_0, x_1, ..., x_n)$ unter gegebenen Nebenbedingungen zu einem Maximum zu machen. Liesse sich das Problem eines Tages entsprechend den bis dahin realisierten Fortschritte der psychologischen Wissenschaft direkt mathematisch behandeln, so wäre die (praktische) Pädagogik von da ab eine Wissenschaft. —solange das aber nicht der Fall ist, muss sie als Kunst gelten.'

Piaget. Jean Piaget (1896-1980) was een Zwitsers kinder- en leerpsycholoog. Zijn hoofdkwartier bevond zich in Genève. Ook Piaget hield zich bezig met op wiskunde toegespitste leerpsychologie. Niet iedereen schaarde zich achter zijn bevindingen. Ook de houding van Beth tegenover de bezigheden van Piaget was, zeker in het begin, ambivalent. Al een aantal keren had Piaget de hoon van logici over zich heen gekregen. Ook Beth stond gereserveerd tegenover Piagets ideeën. Beth liet scherpe kritiek op Piaget horen in diverse recensies. Hierdoor is Beth met Piaget persoonlijk in aanraking gekomen. Uit de reacties van Piaget op Beths kritiek ontspon zich langzamerhand een intensievere omgang tussen beiden. In 1956 kreeg Beth de eerste uitnodiging de sym-

[14]Brief Beth – E.M. Buter, 31.I.1961. De correspondentie met Buter was naar aanleiding van diens dissertatie Buter (1963).

[15]Het is interessant om in dit verband naar de situatie in Nederland in de huidige tijd te wijzen voor vergelijkbare problemen.

[16]F. Klein in de voordracht ' Über Aufgabe und Methode des mathematischen Unterrichts an Universitäten', Düsseldorf, 1898. Aangetroffen in H. Meschkowski, *Mathematiker Lexikon*, BI, Mannheim, 1973.

posia van Piaget in Genève bij te wonen; dit verliep voor Beth prettig: 'In fact, Piaget then proposed we write together a book on 'La logique formelle et la pensée réelle'. By now, I have completed my part and Piaget is now preparing his.'

Niet iedereen was het met Beths aanvankelijke kritiek op Piaget eens. Er waren ook positieve geluiden te bespeuren: G. Mannoury was overtuigd van de kundigheden van Piaget, die in de loop der tijden lezingen voor de significhe zomerconferenties gehouden heeft, zoals tijdens de zesde significhe studiedagen op 1 – 5 september 1950 te 's Graveland met de lezing 'Méthode operationelle et méthode axiomatique'. Op een volgens Mannoury te scherpe bespreking door Beth van het werk van Piaget merkte hij op: [17]

'Ik zie in Piaget een van degenen, die de kernvraagstukken van alle grondslagenonderzoek het dichtst benaderen, en ik hoop dat hij nog eens gelegenheid zal hebben op de destijds zo uiterst scherp door hem geformuleerde onderscheiding van 'abstraction à partir de l'objet' en 'abstraction à partir de l'action' uit psychologistisch oogpunt nader in te gaan, een taak, waartoe juist hij krachtens zijn helder inzicht in de kinderpsychologie bij uitstek berekend is.'

Over de door Piaget georganiseerde colloquia in Genève was Beth zeer te spreken. Hierdoor ging Beth om met Piaget en de rond Piaget gegroepeerde onderzoekers. De groep wetenschappers wisselde veelvuldig, en er waren altijd wel mensen om een goed gesprek mee te voeren. Bovendien waren er voor Beth nog twee redenen: [18]

'In addition my position may somewhat different from yours [Quine], as for several years I have been active in the domain of theoretical psychology.', en 'Certainly I see no ethical obligation to dissociate myself. There are always in Piaget's own group several people who share our objections to his [Piaget] views on logic. These objections are frankly stated and freely discussed. The scientific atmosphere has always impressed me as a very healthy one.' En tenslotte is het volgens Beth aangenaam toeven in Genève.

Men moet van een schriftelijke neerslag van Beths belangsteling voor het werk van Piaget zich niet te veel voorstellen. Beth beleed met zijn mond veelvuldig de geneugten, die men van de zijde van Piaget deelachtig kon worden, maar hiervan is in Beths wetenschappelijk werk minder te merken. Deze tweeslachtigheid zette zich voort in hun gezamenlijke boek Beth & Piaget (1961). Dit boek bestaat uit twee delen, één deel Piaget en één deel Beth, en had eigenlijk net zo goed in twee zelfstandige boeken uiteen kunnen vallen. Het deel van Beth gaf een systematisch overzicht van zekere delen uit de logica tezamen met zijn tableaus. Wel was Beth van mening dat 'denkpsychologie' nauw verbonden is met zijn tableaus. Dit onderwerp is echter niet voldoende door hem in het voornoemde boek uitgewerkt. Het andere deel bestaat uit het werk van Piaget. De kritiek op Piagets deel in Mendelson (1969) was lang niet mals. Deze vond dat in het algemeen het door Piaget ten toon gespreide werk, en in het bijzonder Piagets bijdrage aan dit gezamenlijke werk met Beth, niet berusten op experimenteel verkregen gegevens. Nergens worden herhaalbare experimenten beschreven. Bovendien, als men het geheel vanuit een theoretisch kader bekijkt en de experimenten terzijde laat,

[17]Brief G. Mannoury – Beth, 15.IV.1950, (Amsterdam).
[18]Brief Beth – W.V.O. Quine, 3.III.1960.

kenmerkt Piagets deel zich door onduidelijkheid. Begrippen en definities worden niet duidelijk en afgegrensd gegeven. Ook wetenschapsfilosofisch vond Mendelson Piagets werk volstrekt onvoldoende.

Voor Piagets logica past het om W.V. Quine te citeren. Deze had een uitnodiging van Piaget gekregen om een colloquium in Genève bij te komen wonen. Quine vond het daarom nuttig Beth te raadplegen: [19] '[T]he misgivings induced by Piaget's persistent and evidently incorrigible stupidity over matters of logic.' Beth was overigens wel van plan naar Genève te gaan, maar voor de logica stemde hij met Quine in: [20] 'I certainly do not agree with Piaget's views on logic. He continues the traditional French doctrine that logic is a kind of more refined psychology of thought.' Beth was het niet eens met denkbeelden om logica door psychologismen te verklaren. Dit had hij ook op Mannoury tegen. Maar Beth had wel de mening dat Piaget in recensies door andere logici te hard werd aangepakt. Dit zou bij Franstaligen wellicht een nog sterker zich van de logica afschuiven ten gevolge kunnen hebben. Deze mening van Beth heeft indertijd aanleiding gegeven tot onenigheid tussen Beth en Church met betrekking tot het redactiebeleid van de *JSL*. Church wenste geen wetenschapspolitiek te gaan bedrijven in de *JSL*. Quine vervolgde zijn brief met: [21]

'Originally, because of this, I declined to lend my name to the board of his Etudes. When I finally acceded it was because I found myself somewhat reassured by the level of contributions by Apostel, Mandelbrot, and others. But I must say that the level seems to dip each time that the master's ideas are invoked; later evidence has left me appalled anew.' Er zijn ook goede kanten om in Genève op te zitten: een logicus heeft, althans in die tijd, toch nog enigzins de gedachte de medemens te willen verheffen. Blijkbaar vond Quine vanuit dit oogpunt in zijn brief het toch nog relevant om te gaan: 'Will you be there? Do you really feel we can do some good — but not in teaching Piaget, certainly, but in collaborating with the group? Or would it be more ethical to dissociate oneself? My decision will depend very much on your impression.'

Volgens Beth waren er ook nog wel goede kanten aan Piaget: [22]

'But he is unique in two respects, namely, 1. that he substitutes mathematical logic for traditional logic, and 2. that his conceptions and experiments in the field of psychology are really interesting.'

1.2.2 De hoofdlijnen

Men kan voor het leerproces uit Beth twee hoofdlijnen peuren. Eén hoofdlijn is die van de leeftijd — dit werd al vóór de Tweede Wereldoorlog door Beth bekeken — de andere hoofdlijn wordt gevormd door het leerpoces zelf (invariant ten opzichte van leeftijd). In de latere geschriften van Beth over het leerproces zijn zo nu en dan overnames van ideeën van J. Piaget te vinden.

[19]Brief W.V. Quine – Beth, 26.II.1960, (Cambridge, Mass.).
[20]Brief Beth – W.V. Quine, 3.III.1960.
[21]Brief W.V. Quine – Beth, 26.II.1960, (Cambridge, Mass.)
[22]Brief Beth – W.V. Quine, 3.III.1960.

Leeftijd. Beth onderscheidde in eerste aanleg een drietal fasen (naar leeftijd) binnen de ontwikkeling van de intelligentie. In aansluiting op de significus Mannoury wordt dit door Beth (1937/38*a*) verwoord als een lopen van emotioneel naar indicatief taalgebruik. In de eerste twee fasen heeft men nog niet de mogelijkheden om met afzien van de visuele en andere oriëntaties tot louter logisch redeneren te komen — pas in de derde fase kan dit wel. De tweede fase geeft de mogelijkheid tot tellen. Dit is een vrij eenvoudige operatieve bezigheid. In dit opzicht verschilt het duidelijk van het meetkunde-onderwijs zoals gegeven in de dertiger jaren. Vanaf de derde fase begint het voor Beth interessant te worden, want met de derde fase begint het middelbare onderwijs.

Volgens Beth is men op de leeftijd van 12 tot 14 jaar vooral gericht op een formele en abstracte werkwijze.[23] Daar kan men dan het programma op afstellen. Een empirische werkwijze — en daarmee wordt niet de empirische wiskunde als 'nulde fase' bedoeld, zoals nog te bespreken — komt pas later naar boven, moeilijkheden bij het natuurkunde-onderwijs in lagere klassen wijzen hierop: [24] 'Dat het schijnbaar anders is, komt door de te geringe taalbeheersing van de leerlingen.' Overigens was Beth in 1940 de mening toegedaan dat: [25] 'Logisch denken en de beheersching van de taal zijn naar mijn mening niet te scheiden; [...] dat voor mij taalbeheersching iets geheel anders is dan eloquentie.' Tijdens de jaren vóór de Tweede Wereldoorlog bestond bij sommige wiskundeleraren een onderscheid tussen psychlogische en logische onderwijsverstrekking. Hiermee bedoelden zij dat men in het ene geval (psychologisch) meer aan de leerlingen tegemoet moest komen dan in het andere geval (logisch).[26]

Invarianten. Piaget gaat er volgens Beth van uit dat voor alle leertrajecten men twee fasen heeft: een stabiele fase en een labiele overgangsfase. De leerfase is de labiele overgangsfase, men probeert iets te bemeesteren (leren rekenen). Zo gauw men dit achter de rug heeft zit men in een stabiele evenwichtstoestand. Bepaalde vaardigheden zijn nu operatief geworden (het kunnen rekenen). De stabiele fase geeft een adempauze voor het invoeren van een volgende handigheid. Binnen het voor een stabiele fase bereikte wiskundegebied is men bezig om de daar geldende wetmatigheden netjes te ontwikkelen. Door de stabiele fasen sterk in te korten krijgt men dat de beheersing van de stof binnen een dergelijke fase toch niet voldoende beklijft. Dit is nu een punt waar het volgens Beth mis kan gaan door besnoeiingen binnen het wiskundig onderwijsaanbod: [27]

'Men zal derhalve de naïeve wiskunde niet onbeperkt kunnen besnoeien en men zal de kritische wiskunde zeker niet ongestraft kunnen 'overslaan'. Een en ander stemt mij skeptisch ten aanzien van het welslagen van de geruchtmakende pogingen, de verzamelingenleer in te voeren bij het kleuteronderwijs.'

De naïeve en kritische wiskunde zijn twee fasen in leerplan en wiskundige ontwikkeling, die elkaar opvolgen. Men moet ze dus volgens Beth wel volledig uitdiepen om op

[23] Brief Beth – S.J. Geursen, 13.VIII.1951.
[24] Brief Beth – S.J. Geursen, 13.VIII.1951.
[25] Brief Beth – J. Waterink, (Amersfoort), 29.III.1940. Citaat n.a.v. een opmerking door J. Spijkerboer.
[26] Voor een verheldering in deze begrippen, zie H.J.E. Beth (1934/35).
[27] (Beth, 1962/63).

de volgende fase over te kunnen gaan. Ten onrechte suggereerde Freudenthal (1987) dat het Beth bij het wiskunde-onderwijs er vooral om te doen was om snel tot logica en formaliseringen te komen.

Heyting (1926/27) zou het met Beth eens kunnen zijn. Hij legt sterk de nadruk om binnen een stabiele fase —opgemerkt moet worden dat Heyting niet van een dergelijke terminologie gebruik maakte— zo goed mogelijk de aangeboden techniek tot in den treure te beoefenen. Het handwerk binnen een stuk theorie moet er goed inzitten voordat men iets nieuws kan aandragen. Heyting (1926/27, p.23) geeft twee resumés: [28]

'De behandeling van eenig hoofdstuk der theorie zal slechts dan tot verdieping van het theoretische inzicht van den leerling bijdragen, als hij in de toepassing een vrij groote mate van technische vaardigheid verkrijgt.'

'Het is dus wenschelijk het verplicht programma zoo te besnoeien, dat de volledige beheersching er van ook in technisch opzicht van den middelmatigen leerling kan worden gevergd.'

1.2.3 Verdere leerfactoren

Naast beide voornoemde hoofdlijnen zijn er andere, het leerproces beïnvloedende factoren. Hieronder vallen het nut van het memoriseren, de zelfwerkzaamheid —waaronder het maken van opgaven— de visuele voorstelling en het vermogen tot redeneren. Niet voor alle aspecten hadden Beth en Heyting een mening klaar, maar toch kan zo her en der in correspondentie en artikelen wat gevonden worden. Wel zijn er hier twee paradepaardjes van Beth onder te vinden:
a. De ruimtelijke aanschouwing en ruimtelijke intuïtie.
b. De rol van logica en taal en de onderlinge verhouding tussen deze twee.

Taal. Door taal moet de overdracht van problemen plaatsvinden. Moet men bij het geven van wiskunde-onderwijs zich aanpassen aan de taal van het kind of niet? Volgens Beth is: [29]

'De wiskundige taal een integrerend deel van de wiskunde, ze dankt haar bestaan aan het feit, dat men in de gewone taal de wiskunde niet op adequate wijze kan uitdrukken. Daarom moet de leerling van den beginne aan de wiskundige taal (actief en passief) leren gebruiken.'

Volgens Beth (1937/38*a*) valt als volgt het gebruik van het redeneren te plaatsen:

'[I]mmers, het logische denken en redeneren is, zoals reeds werd uiteengezet, een verschijnsel van maatschappelijke, niet van individueel-psychologischen aard. [...] Het formeel logische redeneren berust op een (zoals bekend, in hoge mate onvolledig) parallelisme tussen de regelmatigheden in het denken en die in het spreken.'

Voor de intuïtionist Brouwer ligt de zaak enigzins anders: [30]

[28] De twee citaten zijn bij Heyting cursief gezet. Dit is niet overgenomen.
[29] Brief Beth – S.J. Geursen, 13.VIII.1951.
[30] Brief L.E.J. Brouwer – D. van Dantzig, 21.VIII.1947, (Blaricum), in Brouwer (2011).

‘De intuïtionistische wiskunde bezit volmaakte precisie, de intuïtionistische taal daarentegen is in essentie vaag en feilbaar; in verschillende milieu’s, in verschillende tijden kunnen verschillende intuïtionistische talen bruikbaarheidsvoorkeur verwerven; van alle termen van die talen zal steeds kunnen worden gezegd, dat ze ‘precisering behoeven.’

Heyting ging daarin mee. Men kan zich derhalve afvragen of men iets aan intuïtionisme kan doen vóór de universiteit. Wellicht kan dit wel, maar dan beperkt zoals later besproken zal worden.

Bij de te gebruiken taal in het wiskunde-onderwijs moet men toch wel een zekere voorzichtigheid in acht nemen. Maar al te snel brengt men leerlingen op verkeerde voorstellingen, en deze zijn later moeilijk te verwijderen. Een voorbeeld hiervan is de opmerking van Beth betreffende het gebruik van het woord ‘willekeurig’ tijdens zijn bewerking van Tarski (1946).[31] Beth was niet tegen het gebruik van het woord ‘willekeurig’ zoals in Tarski’s ‘Als K en L zijn twee willlekeurige klassen’, [32] maar vond het didactisch niet juist. Maar al te vaak denkt men dat, als iets als willekeurig gekarakteriseerd word, men dan de bijzondere gevallen niet mee mag rekenen. Een voorbeeld is de willekeurige driehoek. De leerlingen denken dan dat er gesproken wordt over alle driehoeken minus de rechthoekige, de gelijkbenige etc., hetgeen toch de bedoeling niet kan zijn.

Blokkades van leerlingen door wiskundige taal kunnen al heel snel toeslaan en wel op punten waar men dit niet zou verwachten. Een voorbeeld wordt gegeven in de Moor (1999, p.26-27) van een leerlinge aan wie de vraag wordt gesteld welke conclusie men uit de volgende twee gegevens kan trekken: $a + 2 = 5$ en $b + 2 = 5$. De bedoeling is dan het antwoord $a = b$. Dit antwoord komt er niet uit, en bij de verklaring van de leraar dat het $a = b$ moet zijn brengt de leerlinge naar voren dat toch $a = a$ —een letter is aan zichzelf gelijk en niet een andere letter.

Weer een ander voorbeeld van een term, die overal tussen in hangt is die van oneindig verre punten of de oneindig verre rechte. Men kan het zien als hulpbegrippen om in een meetkundige constellatie te gebruiken. Volgens Heyting (1946/47) ligt het belang hiervan niet direct binnen de schoolwiskunde. Volgens hem ligt de invoer binnen het schoolgebruik niet precies vast, en juist daarom is het verwerpelijk doordat hiermee en slechte indruk wordt gevestigd en het geheel dan het begripsvermogen wellicht te boven gaat. Men kan natuurlijk ook ander soorten (taal)blokkades bij leerlingen aantreffen.

In zekere zin heeft men hier te maken met Heytings tweede strengheidseis: nauwkeurig woordgebruik. Door onnauwkeurig woordgebruik kan men al snel scholieren op het verkeerde pad zetten, maar aandacht en begrip vloeien ook weg, als men dit te goed wil aanpakken. Heyting (1940, pp.23,24): ‘De zelftucht, nodig voor het in de wiskunde correcte taalgebruik, ligt kinderen slecht. De leraar, die het goede voorbeeld geeft, laadt de schijn op zich van pedanterie en vervelende langdradigheid. Iedere schoolman weet, hoe moeilijk men tussen al deze klippen doorzeilt.’

Men kan ook andere blokkades gewaar worden zoals morele . Een aardig voorbeeld

[31]Brief Beth – A. Tarski, 16.II.1953.
[32]Zoals in Tarski (1946, p. 76)

vormt de vader (een samoerai van lage rang) van Yukichi Fukuzawa. Hij stuurde zijn kinderen naar een onderwijzer voor schoonschrijven en algemene vorming: [33] 'De onderwijzer woonde op het complex van het pakhuiskantoor van de heer [Okudaira, daimio van Nakatsu, kantoor te Osaka], maar hij telde ook wat koopmanskinderen onder zijn pupillen, en begon hen natuurlijkerwijs te oefenen in telwoorden [...] Toen mijn vader hiervan hoorde, nam hij zijn kinderen woedend van de les af. 'het is erbarmelijk', riep hij uit, 'dat onschuldige kinderen geleerd wordt getallen te gebruiken —een hulpmiddel voor kooplui. Wie weet wat hij ze hierna nog zou gaan leren'.'

Visuele voorstelling. Beth was er op tegen om de betekenis van het visuele al te zeer te benadrukken. Het ontbreken van ruimtelijke voorstellingen kan volgens hem bij vele leerlingen worden opgevangen door een goed vermogen tot redeneren. Deze voorstelling van zaken door Beth is zo vreemd niet, indien men zijn dissertatie[34] en enkele andere artikelen in ogenschouw neemt. Hierin ging Beth ook in tegen opvattingen zoals verkondigd door J. Waterink. Waterink kende belang toe aan het meer aanschouwelijk inleidend onderwijs geven in geval van gebrekkige ruimtelijke voorstelling. Beth had hier zo zijn twijfels over. Volgens hem ontwikkelt men het ruimtelijke voorstellingsvermogen meer door lessen in tekenen, lichaamsoefening en handenarbeid dan door aanschouwelijk wiskunde-onderwijs. Bovendien kan men er op wijzen dat bepaalde problemen, die door de ene leerling langs een aanschouwelijke weg benaderd worden, door een andere leerling door middel van abstractere methoden bemeesterd worden: [35] 'Wanneer veel leerlingen struikelen door een gemis aan visueel inzicht, dan wijst dit m.i. op een methode van onderwijs, die zich te sterk aan visuele gegevens oriënteert.' Bovendien krijgt men bij een teveel op aanschouwelijke voorstellingen gebaseerd onderwijs dat ook leerlingen met een goed ruimtelijk inzicht dit ook gewoontegetrouw op punten willen toepassen waar het van weinig nut is. Bij technisch onderwijs liggen de zaken volgens Beth wellicht anders. Het technisch onderwijs, maar ook de ingenieursstudie trekt volgens Beth mensen met een behoorlijke ruimtelijke intuïtie aan.[36]

Beth meende dat buiten de wiskundige instructie om men ook aan zijn trekken kan komen. Heyting (1926/27, p. 24) bracht dit eveneens naar voren:

'Dat *in de lagere klassen de wiskundige begrippen op dezelfde wijze gevormd moeten worden als bij het natuurlijke gebruik van het intellect*, dus in directe aansluiting bij hun toepassing op de werkelijkheid. Het wiskundige denken gedijt niet uitsluitend en zelfs niet het voorspoedigst in de klas. Ook de totaal ongeschoolde kan wiskundig denken, zij het in eenvoudigen vorm en steeds in onmiddellijk verband met de werkelijkheid. Bij dit vermogen moet het onderwijs aansluiten.'

Bij Beth hebben dergelijke problemen ook een filosofische kant. Daarnaast wordt

[33] Yukichi Fukuzawa, *De poorten gaan open, Autobiografie*, p. 16, Meulenhoff, Amsterdam, 1978.

[34] (Beth, 1935)

[35] Brief. Beth – J. Waterink, Amersfoort, 29.III.1940.

[36] Verder materiaal uit: manuscript E.W. Beth, 'Prof.Dr. J. Waterink over het onderwijs in de wiskunde op de middelbare school', 3 pp.; n.a.v. de lezing door J. Waterink tijdens het Vijfde Nederlandse Congres van Leraren in de Wiskunde en de Natuurwetenschappen (28 maart 1940, Amsterdam), zie *Verslag van het Vijfde Nederlandse Congres van Leraren in de Wiskunde en de Natuurwetenschappen*, Groningen-Batavia, 1940, pp. 5–14.

volgens hem ook 'Anschauung' op velerlei manieren gebruikt. Dit is met meerdere 'Kantiaanse' begrippen het geval. Hierdoor ontstonden discussies, die zo nu en dan op niet-identieke interpretaties van dergelijke begrippen berustten. Vanwege deze verwevenheid zal er nog iets meer op dit onderwerp worden ingegaan. Beth komt met de vraag naar de interpretatie van de driedimensionele wereld om de mens heen. Op welke wijze ervaart de mens deze ruimte en in hoeverre valt de ontwikkeling van geformaliseerde en de directe ervaringswereld te buiten gaande meetkunden hieraan te relateren? Hierbij komt men op problemen zoals hoe ruimtelijke gewaarwording gerelateerd kan worden tot bijvoorbeeld tastzin, bewegingszin en gezichtszin. Vallen deze te combineren, en zo ja, bij welke dieren? Ook de aap, halfaap en eekhoorn hebben gelijk de mens beschikking over klauwtjes, zij grijpen, springen en slingeren. Bij mensen kan men blinden als apart studieobject nemen, zoals Heymans deed. Wat voor soort meetkunden of delen van meetkunden vallen hierbinnen te gebruiken? Binnen welke ruimte speelt het leven van de slingeraap zich af en hoe wordt deze door de slingeraap ervaren? Wat zijn de primitieve begrippen van de slingeraapse belevingsruimte, wat die van een middelbare scholier? Literair is dit vermakelijk uitgewerkt in Abbotts 'Flatland'.[37] Beth (1935) leverde dienaangaande kritiek op bepaalde gedachten in Heymans' *Die Gesetze und Elemente des wissenschaflichen Denkens*. J. de Groot was het indertijd niet eens met de uitwerking door Heymans van Kants hypothese betreffende het als subjectieve 'Anschauungsform' beschouwen van de Euklidische ruimte,[38] maar was het ook niet eens met Beth. Volgens de Groot (1942, stellingXI) 'doet [Beth] enerzijds aan de opvattingen van Heymans niet ten volle recht wedervaren, en laat anderzijds een kernfout onaangeroerd'.

Kan men zich van de aanschouwelijkheid losmaken? Dit is van belang voor doorredeneren binnen onderdelen van wiskunde waar men met ruimtelijke aanschouwelijkheid begint en daar verder 'bovenuit' gaat, en voor zekere takken van wiskunde in hun geheel. Volgens Beth kan dit ook voor een beroepswiskundige (of student in de wiskunde) tot moeilijkheden leiden, maar dit valt te bestrijden op de volgende wijze: [39]

'1. Het gebruik van een geformaliseerde taal, waardoor de bij de gewone meetkundige termen bestaande associaties met bepaalde voorstellingen althans verzwakt worden.

2. De constructie van arithmetische voorstellingen voor de meetkunde.

3. De studie van meer abstract wiskundige theorieën, waarbij de geassociëerde aanschouwelijke voorstellingen zwakker en vooral minder specifiek zijn.'

Heyting (1940) vond dat het volledig losmaken van de ervaring binnen de school niet door te voeren is: 'De leerlingen verzetten zich ook vanzelf tegen te grote abstractie. Zodra het aanschouwelijke correlaat te zwak wordt, vervallen zij in gedachtenloos formalisme. Dat is niet overal verkeerd [...] Maar waar het om de grondbegrippen

[37] Abbott (1884), een vervolg hierop is 'Bolland' door de Nederlandse wetenschapshistoricus en natuurkundige D. Burger, zie Burger (1957).

[38] Heymans (1923).

[39] Brief Beth – L.N.J. Bunt, 11.X.1954. De brief was naar aanleiding van het uitkomen van het schoolboek Bunt (1954); en naar aanleiding van Bunts werkzaamheden voor de onderwijscommissie.

gaat, dient men het tot elke prijs te vermijden. De schoolwiskunde moet in onmiddellijk verband blijven met concrete voorstelingen.' Heyting komt uiteindelijk tot de conclusie:

'Eigenlijk is dus alle schoolwiskunde toegepaste wiskunde. De absolute geldigheid van alle stellingen voor de materiele werkelijkheid dient te worden aanvaard; ik betwijfel, of het zelfs in de hoogste klasse gelukken zal, enig begrip bij te brengen van de mate van idealisatie die nodig is voordat de werkelijkheid voor wiskundige behandeling toegankelijk wordt.'

Volgens Heyting (1940, p.25) is er nog een andere factor, die een rol speelt. In de moderne wiskunde maakt men een scherp onderscheid tussen de aanschouwelijke grondslag en de strenge uitwerking. Volgens Heyting dienen deze twee juist sterk verbonden te blijven. Het maken van een onderscheid en het toch gebruiken van beide door juist tussen aanschouwing en strengheid heen en weer te gaan zoals in de wetenschap, is voor de leerling verwarrend en te hoog gegrepen. Wel kan hem streng redeneren over aanschouwelijk gegeven begrippen worden bijgebracht.

Hiermee is Heytings derde strengheidseis voor schoolonderwijs afgehandeld. In zekere zin sluit Heytings resultaat aan bij het nog aan te roeren verhaal van Beth over de wiskundige fasen: er vallen blijkbaar hiaten in de wiskundebehandeling en men is er tijdens het vwo-onderwijs bovendien nog niet aan toe —dus ook leeftijd speelt mee.

Meetkunde en redeneren. Twee onderwerpen hebben zich in Beths onderwijskundige belangstelling i.h.b. mogen zonnen: de meetkunde en het redeneren.

Meetkunde-onderwijs verschilt in een belangrijk opzicht van taalonderwijs. Doorredeneren heeft binnen de meetkunde zin, bij taalonderwijs heeft men dermate te maken met binnen talen ingebakken onregelmatigheden dat doorredeneren geen zin heeft, jazelfs afgestraft wordt.[40]

Het meetkunde-onderwijs strekt volgens Beth verder, naast de kennis van de meetkunde, tot een algemene intellectuele vorming. Men leert zich oriënteren, ordenen (hoofd- van bijzaken onderscheiden), combineren, logisch redeneren, taalbeheersing (nauwkeurig de gevolgde gedachtengang leren formuleren) en generaliseren. Daarnaast kweekt men concentratievermogen, psychisch evenwicht, ethische en esthetische waarden. Onder ethische waarden kan men verstaan zelftucht, verantwoording nemen en verantwoording afleggen voor gedane uitspraken en intellectuele eerlijkheid. Tenslotte de esthetische waarden: die liggen in de bevrediging, die men vindt in het 'zo fraaie bouwwerk' van de meetkunde.[41]

Een belangrijk aspect is hier dat het meetkunde-onderwijs op school de enige plek is —althans in die tijd— waar men werkt met axioma's en stellingen. Juist hier heeft men de toepassing van de eerste strengheidseis van Heyting. Vreemd genoeg gaat volgens Heyting (1940, p.23) dit tijdens het meetkunde-onderwijs erin als koek. Volgens hem ziet de scholier het vermoedelijk als een soort spel met regels. Het overtreden van de regels is dan onsportief gedrag. Maar bij andere wiskunde-onderdelen kan het gemakkelijk aanvaarden van een axiomatische behandeling op weerstand stuiten.

---

[40](Beth, 1937/38*a*).

[41](Beth, 1937/38*a*).

Voorbeelden zijn ordening en getalbegrip. Blijkbaar ligt dit qua abstractie op een ander plan.

Overigens kan men het werken op school aan wiskunde ook doortrekken naar het wetenschappelijk met wiskundig onderzoek bezig zijn. En nogmaals kan men zich dan afvragen of dit wezenlijk anders is. In Hilberts geformaliseerde meetkunde heeft men een combinatie van axiomatiek en redeneerregels. Maar speelt dit een rol in het onderzoek zelf? Volgens Felix Klein kan men dat niet benadrukken: [42] 'Der Forscher selbst arbeitet in der Mathematik wie in jeder Wissenschaft durchaus nicht in dieser streng deduktiven Weise, sondern er benutzt wesentlich seine Phantasie und geht induktiv, auf heuristische Hilfsmittel gestützt, vor.' Volgens Meschkowski stond Klein niet helemaal achter het formalisme van zijn toenmalige collega Hilbert.

Zelfwerkzaamheid. Dit wordt vaak gekoppeld aan een bepaald schooltype. De zelfwerkzaamheid is soms verbonden aan een bepaalde manier om de kinderen op te voeden, of is soms wat praktischer aan de te behalen opbrengst van een zeker lesprogramma vastgehaakt. Wat voor vraagstukken moet men de leerlingen voorleggen? Volgens Beth mogen er best moeilijke bij zijn. Deze worden dan wel door de besten opgelost, maar ook de anderen leren daarvan doordat men (hopelijk) toch verschillende pogingen doet en daarna een bespreking heeft te volgen over de diverse oplossingsmethoden. Men kan onder de zelfwerkzaamheid ook de inbreng door de leerlingen zelf verstaan. Hebben zij met betrekking tot de lesstof vragen, voorstellen? Dit lijkt vanzelfsprekend, en was dit volgens Beth in Nederland ook,[43] maar in sommige buitenlanden van vóór de Tweede Wereldoorlog lag deze zaak wel eens anders. In dit verband kan Beth (1939/40, p. 9–10) aangehaald worden. Hier ging Beth in op de toestand in Duitsland aan de hand van E.R. Jaensch en F. Althoff. Beth had in die tijd waardering voor het onderwijskundig werk van deze typenpsychologen:

'Zó schreef ik, toen ik dit Rapport ontwierp! Ik acht mij gelukkig, dat ik toch een publicatie van groter gewicht kan bespreken, die verscheen, toen ik reeds met de definitieve formulering was begonnen. Het is E.R. Jaensch und Fritz Althoff, *Mathematisches Denken und Seelenform*, Leipzig 1939. [. . .] Verschillende Duitsche wiskundigen en een aantal jeugdige proefpersonen worden op deze wijze in verschillende typen ondergebracht. Uit de verkregen resultaten worden dan verschillende conclusies met betrekking tot het wiskunde-onderwijs getrokken.'

Deze typenpsychologie werd door hen, in nationaal-socialistisch Duitsland, gebruikt om een volkseigene wiskunde aan te bevelen en de formele wiskunde (en zeker de logica) met zijn beoefenaren te desavoueren wegens gebrek juist aan volkseigen elementen. Niet-duitse (joodse) en formalistische getinte wiskunde moest worden weggewerkt. Met dit soort denkbeelden had Beth overigens niets van doen.

Memoriserend vermogen. Kan of moet men van het memoriserend vermogen ten bate van het wiskunde-onderwijs gebruik maken? Het van buiten laten leren was een

[42] Klein, 'Elementarmathematik vom höheren Standpunkt aus', 1909; citaat aangetroffen in H. Meschkowski, *Mathematiker Lexikon*, BI, Mannheim, 1973.

[43] Brief Beth – S.J. Geursen, 13.VIII.1951.

werkwijze waar Beth niet veel heil in zag.[44] In tweeërlei opzicht had Beth hier bezwaar tegen. Men verengt het gezichtspunt van de leerling tot wat er van buiten geleerd moet worden. Bovendien zal het onopzettelijk onthouden hierdoor tegengewerkt worden, en dit zowel als discipline en geestelijk werktuig alsook als praktisch van wat men wil dat de leerling ook meeneemt. In beide gevallen wordt het rendement van het onderwijs minder. Wanneer men de leerlingen stellingen van buiten laat leren heeft men bovendien te maken met de vorm waarin deze gegoten zijn: als men iets in de zieltjes van de leerlingen graveert, laat het dan ook onberispelijk zijn. Men kan hier bij monde van S.J. Geursen tegen inbrengen dat het van buiten leren toch in het begin leerlingen over moeilijke punten heen kan helpen.[45] Een bepaalde zekerheid wordt hen gegeven en zij wennen, zeker in lagere klassen, gedwongen aan een bepaald (in casu het wiskundige) taalgebruik.

1.2.4 De wiskundige fasen

Beth onderscheidde binnen de ontwikkeling van het wiskundige denken drie fasen, waaraan een nulde fase vooraf gaat:

0 Empirische wiskunde

1 Naïeve wiskunde

2 Kritische wiskunde

3 Abstracte wiskunde

De nulde fase bestaat uit de empirische wiskunde (de taarten snijdende Freudenthal). Voor Beth speelt deze niet zo een grote rol, daar dit onder het lager onderwijs valt. De naieve wiskunde heeft een aanschouwelijk en elementair karakter. Hier heeft men geen strenge bewijsvoering en ook geen erg exacte begripsvorming. Een voorbeeld van deze fase is de euklidische meetkunde. De kritische wiskunde vertoont een meer exacte begripsvorming tezamen met een minder elementair karakter van de stof; een voorbeeld wordt gevormd door de infinitesimaalrekening. In de abstracte wiskunde kent men een strengere bewijsvoering en exactere begripsvorming. De aanschouwelijkheid is geen pré meer, het streven naar unificatie heeft toegeslagen —topologie, formele algebra en, maar niet in de eerste plaats, de axiomatische verzamelingenleer.

In het onderwijs kan men volgens Beth niet het één geven met verwaarlozing van het ander. In Nederland liep men met betrekking tot de invoer van de kritische wiskunde bij Duitsland (F. Klein) en Frankrijk (E. Borel) ten achter. Pas rond 1925 ging men het met de commissie [H.J.E.] Beth[46] in deze richting zoeken. In de beide andere landen was dit al rond 1900 gebeurd. Helaas was de praktische uitwerking van de voorstellen van de commissie Beth gering. Men kwam uit op een ten opzichte van de commissie-Beth verwaterd 'Leerplan 1937'. Na de Tweede Wereldoorlog volgde de leerplan commissie 1954 van Wimecos met als eindresultaat het 'Leerplan 1958'.

[44] Brief Beth – S.J. Geursen, 13.VIII.1951.
[45] Brief S.J. Geursen – Beth, 25.X.1951, (Tiel).
[46] H.J.E. Beth was de vader van E.W. Beth.

E.W. Beth stond kritisch tegenover de herziening van het leerplan voor het middelbaar onderwijs uit 1958. Hier had men een besnoeiing van de naïeve ten voordele van de kritische en de nu pas ingevoerde abstracte wiskunde. Volgens Beth betekende dit een stap achteruit. Zijn voorstel in Beth (1962/63) voor het middelbaar onderwijs lag in de lijn van eerst drie jaar naïeve, twee jaar kritische en tenslotte één jaar abstracte wiskunde. Door Beth werd al een voorstel gedaan op dat laatste punt binnen het middelbaar onderwijs de wiskunde te splitsen in wiskunde voor toekomstige wiskundigen en in die voor andere exacte vakkers. Een vraag blijft bij deze voorstellen in Beth (1962/63) of men binnen het middelbaar onderwijs na de eerste twee fasen wel genoeg wiskundig materiaal tot zijn beschikking heeft om met voldoende begrip de abstractere variant te gaan bestuderen.

Met de invoering van diverse stadia van wiskunde kan men zich afvragen tot welke hoogte men abstractie kan aandragen. Kan men zover gaan dat er plaats is voor verschillende soorten wiskunde? Wanneer gaan de verschillende soorten wiskunde uit elkaar lopen? In het bijzonder hebben wij hier de klassieke en de intuïtionische wiskunde op het oog.

Heyting (1957/58, pp.11-12) beantwoordde op het einde van zijn artikel een drietal vragen, die gedurende de lezing, waarvan dit artikel een neerslag is, door P.G. Vredenduin naar voren waren gebracht:

1. 'De intuïtionistische invoering van het natuurlijke getal staat veel dichter bij de methode, die in de schoolwiskunde gebruikt wordt, dan de formalistische.

2. De voor de leraar meest frappante zonde in zijn methode, die hij tegen de intuïtionische opvattingen begaat, is het bewijs uit het ongerijmde. Speciaal als het omkeringen betreft van een gesloten systeem van stellingen, faalt de schoolwiskunde, althans intuïtionistisch gesproken.

3. Het is didactisch niet verantwoord, in de schoolwiskunde met intuïtionistische opvattingen rekening te houden.'

Heyting (1957/58) kan zich in al deze punten van Vredenduin vinden. Zeker met punt 1. Bij punt 2 merkt hij op dat het beter is wanneer een leraar zoveel mogelijk met directe bewijzen aankomt. En ook met punt 3 is Heyting het eens. Met de invoering van de rationele getallen, de reële getallen, en het continuum, gaan volgens hem klassieke en intuïtionistische wiskunde pas echt uit elkaar.

Men kan veronderstellen dat bij de natuurlijke getallen men niet op ellende kan stuiten, want:[47]

'Practisch komt het hier op neer, dat in de intuitionistische wiskunde de natuurlijke getallen, in de zin waarin een kind, dat heeft leren rekenen, die opvat, bekend verondersteld worden. Het rekenen met meetbare getallen en de definities en bewijzen uit de rekenkunde der meetbare getallen geven geen aanleiding tot moeilijkheden. Men moet echter bedenken, dat een natuurlijk getal, volgens de verklaring die ik zoeven van dit begrip heb gegeven, in onze geest uit eenheden is opgebouwd.'

[47] Heyting (1957/58, pp. 5, 6).

Men kan nu denken dat men binnen de natuurlijke getallen volkomen veilig is. Helaas is dit niet zo: het is mogelijk om klassiek aanvaardbaar een definitie van een natuurlijk getal te geven, maar als deze definitie geen constructie van dat getal aangeeft, dan is men intuïtionistisch uitgepraat.[48] Een ander voorbeeld kan men vinden in Heyting (1956, p.2):
(a). k is de grootste priem z.d.d. $k-1$ is priem, of $k=1$ als zo een getal niet bestaat.
(b). k is de grootste priem z.d.d. $k-2$ is priem, of $k=1$ als zo een getal niet bestaat.
Alleen bij $k=3$ gaat (a). op, daarboven komt men met aftrekking altijd op priem-1 is even. Maar bij (b). kan men geen constructie vinden om een bewijs voor de grootste k te leveren (men begint al met (3,5), (5,7), (11,13), etc). Als aardige bijkomstigheid: als op datum x aangetoond wordt dat er oneindig veel van dergelijke tweetallen zijn, is er dan een wiskundige wereld die onafhankelijk van onze kennis bestaat? Dit zal zeker de vwo-leerling in verwarring brengen. Dus ook binnen de natuurlijke getallen kan men al uit elkaar gaan. Dus ook daar kan het arme te onderwijzen schaap gaan dwalen.

Men kan natuurlijk het nodige op de denkbeelden van Heyting gaan afdingen. Een belangrijk punt is dat men voor het middelbaar onderwijs afziet van al te technische onderdelen. Daarbuiten blijft het mogelijk om toch het nodige naar voren te brengen. Ook Brouwer deed dit met zijn Weense voordrachten (Brouwer, 1929, 1930) met een tweeslag, waarbij tijdens de tweede lezing op de reëlen en het continuum wordt ingegaan. De eerste lezing blijft desondanks toch belangwekkend voor de algemene achtergrond van waaruit hij werkt, maar natuurlijk niet voor de eerste klas: [49] 'Het tere gestel van een eerste jaars gymnasiast zou daar niet tegen bestand zijn', maar wellicht wel later tijdens de middelbare schoolopleiding interessant.[50] Ook in Heyting (1946/47, p.118) blijkt opnieuw dat vooral de gymnasiumleerling beschermd moet worden: 'Tegenover de grote nadelen van de invoering van oneindig verre punten staan dus geringe, twijfelachtige voordelen. Ik meen daarom, dat men er bij het onderwijs in de analytische meetkunde op het gymnasium beter in het geheel niet over spreekt.'

Als een soort einde van het verhaal en evaluatie kan men het slot van Heyting (1940, p.27) over wiskundige strengheid nemen:

1. 'Wiskundige strengheid is geen vaststaand begrip, maar heeft in de loop der tijden een evolutie ondergaan.
2. Voor de school is alleen een vorm van strengheid bruikbaar, die in de wetenschap overwonnen is.
3. Niet de bereikte mate van strengheid, maar wel het streven naar en de opvoeding tot exact denken zijn belangrijk voor de vormende waarde van wiskundeonderwijs
4. Het streven naar strengheid mag niet geschieden ten koste van de aanschouwelijke inhoud van de leerstof.'

[48] Zie het voorbeeld in Heyting (1957/58, p.6).
[49] Heyting (1957/58, p.1), Heyting gebruikte overigens zijn woorden voor een ander doel.
[50] Overigens is het ook niet zo dat men voor de middelbare schoolwiskunde delen uit de universitaire klassieke wiskunde gaat onderwijzen. Waarom dit voor de intuïtionistische wiskunde dan wel moet, ontgaat de samensteller.

1.3 Commissies en organisaties

E.W. Beth zou geen goede zoon van zijn vader geweest zijn, indien hij niet in diverse onderwijscommissies gezeten had. H.J.E. Beth schreef al jaren over zijn onderwijskundige denkbeelden over het onderwijs in de wiskunde en mechanica in o.a. het blad Euclides. Zijn grootste inspanning hiertoe bestond uit zijn werk voor de op het verzoek van het College van Inspecteurs bij het Middelbaar Onderwijs ingestelde commissie[51] voor het ontwerp van een leerplan voor het onderwijs in wiskunde, mechanica en kosmografie op de Hogere Burger [H.B.] Scholen met vijfjarige cursus. Commissieleden: H.J.E. Beth (voorzitter), J. van Andel, P. Cramer, E.J. Dijksterhuis (secretaris).

E.W. Beth volgde met onderwijskundige geschriften in de jaren dertig van de twintigste eeuw. Na de Tweede Wereldoorlog brak er een nieuwe tijd aan. De veertiger jaren werden nog opgevuld met onderwijs volgens de vooroorlogse mores. In de vijftiger jaren lag dit anders. Reorganisatie van het onderwijs en leerstof gingen een rol spelen. Ook E.W. Beth deed mee. Men vond dat hij vóór de oorlog op dit terrein al het nodige gedaan had, bovendien had hij door zijn werkzaamheden voor wetenschapsfilosofische organisaties een goede kennis verworven hoe internationaal op te treden. Beth zag zich derhalve al snel terug als lid van de Nederlandse Onderwijs Commissie. Een korte tijd in 1954 was hij hier ook voorzitter van. Andere leden waren indertijd J.H. Wansink, H. Freudenthal en D. van Dantzig. Deze commissie was tot stand gekomen op initiatief van het Wiskundig Genootschap. Het Genootschap was hiertoe aangezet door de International Mathematical Union en de Commission Internationale de l'Enseignement Mathématique [CIEM]. De CIEM was overigens een voortzetting van de al oudere Internationale Mathematische Unterrichts Kommission [IMUK]. De in 1908 tijdens het 4e internationale wiskundecongres te Rome (6-11 april) door onder anderen F. Klein (eerste president) opgerichte IMUK werd in 1952 heropgericht. Beth was gedurende de periode 1952-1954 lid van het bestuur. In 1954 waren A. Châtelet (Parijs) voorzitter, H. Behnke (Münster) secretaris en Kurepa (Zagreb) vice-voorzitter. [52] De Nederlandse Onderwijscommissie was een onderafdeling van die CIEM. Het doel van de Nederlandse Onderwijscommissie lag in de omschrijving van de plaats van de wiskunde en wiskundigen in de samenleving en van de wiskunde, die aan 16 – 21 jarigen toegediend zou moeten worden

In 1954 had deze Nederlandse Onderwijscommissie een bijzondere taak, namelijk het verzorgen van de afdeling onderwijs binnen sectie 7 (filosofie, geschiedenis en onderwijs) van het in Amsterdam te houden internationale wiskundecongres. Beth zelf had er weinig trek in om al te veel met de organisatie van het wiskundecongres te

[51]Ontwerp van een leerplan voor het onderwijs in wiskunde, mechanica en kosmografie op de Hogere Burger Scholen met vijfjarigen cursus, Bijvoegsel van *Het nieuw tijdschrift voor wiskunde gewijd aan onderwijsbelangen 2* (1925/26), 113-139 [vanaf 1927/28 zich noemend *Euclides, tijdschrift voor de didactiek der exacte vakken. Euclides* 1927/28 noemde zich dan ook jaargang 4]. Verwar dit tijdschrift niet met 'Nieuw Tijdschrift voor Wiskunde' dat gericht was op studenten voor de vele akten in de wiskunde, die Nederland indertijd rijk was.

[52]Brief J.H. Wansink – Beth (en Dijksterhuis), 13.VII.1953, (Arnhem). Net zoals bij alle andere organisaties is veel m.b.t. de bestuursleden onduidelijk. Op de officiële website is Châtelet in de periode 1952-1954 president en Behnke secretaris. In de periode 1955-1958 was Behnke president. De geschiedenis van diverse onderwijsorganisaties is gehaald uit ontwerp brief (subsidieaanvraag) Nederlandse Onderwijscommissie (Wansink secretaris, Beth voorzitter) – Minister van Onderwijs, Kunsten en Wetenschappen, 1954, (Arnhem) [gedateerd op bijschrift van 16.III.1954].

maken te hebben.[53] Hij was echter al uitgenodigd voor lidmaatschap van de comités van de secties 6 (logica en grondslagen) en 7, voor sectie 7 zelfs als 'samenroeper'.[54] Daarnaast was Beth voor de gehele sectie 7 voorzitter, en werd hierin door Dijksterhuis als secretaris bijgestaan. Hij had op dat moment ook te maken met de organisatie van een direct aan het wiskundecongres voorafgaande Amsterdamse bijeenkomst van de Association for Symbolic Logic en had daarna te spreken op de Poincaré-herdenking. Een taak voor de afdeling onderwijs bestond ook uit bijstand verlenen aan de inrichting van een tentoonstelling van schoolboeken in het laboratorium voor propaedeutische zoölogie in de Plantage Doklaan (Artis).[55] De tentoonsteling van wiskundeboeken werd door A. Cardot (conservator van het Musée Pédagogique te Parijs) ingericht. De Nederlandse bijdrage hieraan werd verzorgd door J.C.H. Gerritsen.[56]

Na het wiskundecongres had Beth evenwel door zijn vele beslommeringen er geen trek meer in nog langer lid te blijven van de Onderwijs Commissie. Op 28 oktober 1954 legde hij het voorzitterschap neer en zegde zijn lidmaatschap op.[57] H. Freudenthal nam daarop het voorzitterschap voorlopig over. Op de vergadering van 25 november 1954 nam men tenslotte het indertijd door Beth en Wansink opgestelde reglement aan.[58]

Naast het werk aan de Nederlandse Onderwijscommissie viel Beth ook aan te treffen onder de oprichters van de 'International Commission for the Study and Improvement of the Teaching of Mathematics'. Deze commissie was opgericht tijdens het derde 'International seminar on the teaching of mathematics', dat in augustus 1951 in Zwitserland gehouden werd. Behalve Beth werden verder uit Nederland L.N.H. Bunt en H. Freudenthal tot de oprichters gerekend. Onder de andere oprichters telde men F. Gonseth, J. Piaget, R.L. Goodstein en C. Gattegno. Vooral met Gattegno voerde Beth over deze zaak correspondentie. De commissie wilde mensen van allerlei achtergrond —wiskundigen, psychologen, historici, filosofen— bijeenbrengen om tezamen voor de diverse stadia van het kinderleven en voor de behoeften van de maatschappij geschikt wiskunde-onderwijs op te zetten. Voor het in 1954 te houden congres heeft Beth in Nederland nog getracht een plaats te zoeken. Het werd Oosterbeek met als thema 'Les mathématiques modernes à l'école'.[59]

Al met al blijkt dat men zo nu en dan geconfronteerd wordt met veranderingen in het wiskunde-onderwijs. Beth had actief en passief hiermee te maken. Zeker bij de verandering van leerstof is de houding en de kennis van de onderwijsgevenden van belang. In Nederland — althans in de jaren vijftig van de twintigste eeuw — had men volgens Beth de neiging het bij een verandering van het onderwijsprogramma aan de leraren over te laten, dit in tegenstelling tot andere landen waar men herscholingscursussen placht te gegeven. Een voorbeeld hiervan werd door België geleverd met de vervolmakingscursussen, waaraan ook door Beth bijdragen geleverd zijn. Overigens is hij In

[53]Brief Beth – E.J. Dijksterhuis, 30.VII.1953.

[54]In de brief Beth – E.J. Dijksterhuis, 30.VII.1953 was sprake van de secties 5 en 6, dit werden uiteindelijk de secties 6 (=5) en 7 (=6).

[55]Protocol (N.G. de Bruijn, E.W. Beth), Amsterdam, 6.VII.1954.

[56]Zie Persbericht 2 (door Wansink?), [in Beth-archief].

[57]Brief Beth – J.F. Koksma, 28.X.1954.

[58]Ontwerp reglement én brief dienaangaande Beth – J.H. Wansink, 25.X.1954. Uiteindelijke reglement: zie notulen van de 4e bijeenkomst Nederlandse Onderwijscommissie, 25.XI.1954, te Utrecht [in Beth-archief].

[59]Van 27 augustus tot 1 september 1954

verband met ziekten later hierin vervangen door zijn toenmalige assistente E.M. Barth. In Beths tijd waren de meeste leraren in de eerste plaats opgevoed binnnen de kritische wiskunde en minder binnen de abstracte wiskunde. Dit zou in Nederland moeilijkheden met zich mee kunnen brengen bij verandering van de leerstof in de richting van abstractere wiskunde.[60]

2 De Amsterdamse Wiskunde Afdeling

2.1 Wiskunde in verandering

2.1.1 Tweedracht binnen Amsterdam

Voor de Amsterdamse, en ten dele de Nederlandse, wiskunde is de periode vóór het einde van de Tweede Wereldoorlog al uitvoerig beschreven in van Dalen (1999) en van Dalen (2005). Rest ons hier een heel korte beschrijving te geven. De leidende Amsterdamse hoogleraren waren L.E.J. Brouwer, H. de Vries en G. Mannoury. Maar geen H. Weyl. Tevergeefs heeft Brouwer getracht Weyl naar Amsterdam te halen, daarvoor in de plaats lukte het hem de Oostenrijker R. Weitzenböck aan te trekken. Daarnaast waren er wisselende figuren aanwezig. Brouwer bemoeide zich niet al te veel met de kleine zaken van het Mathematische Instituut. Voor de grote en algemene lijn was hij echter wel van belang. De promoties werden vooral door Weitzenböck en De Vries afgehandeld. Een beschrijving door Brouwer van de inhoudelijke kant van het instituut zal later nog gegeven worden. Directe weerstand tegen de gang van zaken was indertijd niet erg groot. Het buitenbeentje was natuurlijk de niet gepromoveerde Mannoury. Iemand als Van der Waerden was lovend over Mannoury, maar minder over Brouwer: [61]
[Van der Waerden:] 'At that time there was Brouwer, who was the most famous, and Weitzenböck, who taught invariance theory — he wrote a book about it. But I learned the most from Mannoury, the mathematician who introduced Holland to topology. Mannoury was a communist and also an original mathematician.' Minder was Van der Waerden te spreken over Brouwers onderwijs. [vraag Dold:] 'Thus it seems he [Brouwer] wasn't very good at exposition; however. did you learn much from him?' [Van der Waerden:] 'No. Even though his most important research contributions were in topology, Brouwer never gave courses in topology, but always on —and only on— the foundations of his intuitionism. [...]' De promotie van der Waerden (1926) was bij H. de Vries. In het voorwoord spreekt Van der Waerden op een andere wijze Brouwer toe: 'U, hooggeleerde Brouwer, dank ik voor Uw tot de uiterste grens van scherpte gaande colleges en voor Uw krachtige hulp, mij zo ruimschoots bij verschillende gelegenheden betoond.' Het voorwoord —en hier ook tegelijk dankwoord— is natuurlijk wel de gebruikelijke dankbaarheid, waar wij Van der Waerden niet op mogen afrekenen.

Na de oorlog kreeg in Nederland de universitaire wiskunde met een ontwikkeling te maken, die verschilde van de wijze, waarop dit vak vóór de oorlog bedreven werd.

[60](Beth, 1962/63).
[61]Van de Waerden in interview Dold-Samplonius (1997).

Naast de zuivere wiskunde kwam nu in sterkere mate dan voorheen de toegepaste wiskunde op. In zekere zin kwamen hier weer naar voren de tegenwoordige broertjes van de vroegere wiskunde-onderwerpen zoals vestingbouw en het gieten van vuurmonden. In deze lijn lag het stichten van het Mathematisch Centrum en de uitbreiding van vakken, zoals die gegeven werden binnen het Mathematisch Instituut aan de Universiteit van Amsterdam. Dit gaf aanleiding tot ruzies binnen de afdeling (subfaculteit) wiskunde. Ten dele hingen deze ruzies ook samen met de woelingen van na de oorlog (de Commissie van Herstel, de ontslagen), het stichten van het Mathematisch Centrum, benoemingen binnen de faculteit, de lijn en perspectieven van onderzoek en onderwijs in de wiskunde, en niet te vergeten, de positie van L.E.J. Brouwer. Voor Beth waren jaren 1951 en 1952 van groot belang. In die tijd had Brouwer het gevoel dat zijn grondslagenonderzoek van de wiskunde in een hoek gedreven werd. Beth zelf had in verband met een veranderend academisch statuut voortdurend op zijn hoede te zijn om niet vleugellam gemaakt te worden. Zowel van filosofische alsook van wiskundige en natuurkundige kant had hij met tegenstand te maken in verband met het door hem te ontwikkelen vakgebied. Ondermeer om de positie van zijn vak veilig te stellen zette hij zijn Instituut voor Grondslagenonderzoek en Philosophie der Exacte Wetenschappen op.

In de periode direct na de oorlog had men te maken met zuiveringscommissies, die ook aan de universiteit de handelingen van mensen gedurende de oorlogstijd moesten beoordelen. De consequenties, zoals ontslag, moesten in Amsterdam door de gemeente worden uitgevoerd. Bij Brouwer kwam het tot een tijdelijke schorsing, nadat aanvankelijk hij en Heyting hadden moeten staken. Wat hier zwaar bij woog was dat Brouwer niet alleen de loyaliteitsverklaring had ondertekend, maar bovendien in 1943 anderen er toe had aangezet dit eveneens te doen.[62] Heyting kwam er met een berisping van af. Ook B.L. van der Waerden kreeg direct na de oorlog in verband met een mogelijke aanstelling als hoogleraar aan de UvA moeilijkheden vanwege zijn vroegere Duitse dienstverband in het universitaire onderwijs te Leipzig.

Er zal hier niet op worden ingegaan of dit alles terecht was en evenmin op het morele gehalte van bovenstaande heren.[63] Het is echter de vraag of er altijd op een juiste wijze hoor en wederhoor werd toegepast. Soms werden de procedures, die men voor een behoorlijke rechtsgang nodig zou oordelen, op een eigenaardige wijze gevolgd. Maar dit was direct na de oorlog een wijder verbreid euvel. Ook Beth was met deze gang van zaken niet altijd gelukkig: [64]

‘In de voordrachten [over significa, direct na de oorlog], zooals ik die onlangs heb gehouden maakte ik er melding van, dat Kant zich ten tijde van de bezetting van Koningsbergen door de Russen gedroeg op een wijze, die hem in onze dagen minstens voor de zuiveringscommissie zou hebben gebracht, maar dat geen mensch daar toen aanstoot aan nam.’ Beths vergelijking van de Russische bezetting van Königsberg tijdens Kants leven met de Duitse bezetting van Nederland is natuurlijk wel naïef gezien het verschil in gedrag tussen deze bezettende mogendheden.

Een ander punt was dat ook voor het toelaten tot de universiteit, zo kort na de oorlog,

[62](van Dalen, 2001), (Brouwer, 2011).

[63]Zie hiertoe ook **?**.

[64]Brief Beth – H.J. Pos, 13 februari 1946.

niet alle zaken op de voorgeschreven standaardwijze verliepen. Dit speelde natuurlijk ook mee bij het beoordelen van examens en tentamens. Hiernaast speelde een veel belangrijkere zaak, namelijk of de wiskundestudie nog bij de tijd was. En deze zaak was volgens sommigen juist voor Amsterdam prangend. Een mogelijkheid om dit voor heel Nederland te ondervangen was de oprichting van een buitenuniversitair instituut, dat stevige relaties met de universitaire wiskunde diende te onderhouden. Hierbij gevoegd zou dan een opschoning en verbetering van de universitaire wiskunde nodig zijn.

Op 11 februari 1946 werd het Mathematisch Centrum [MC] opgericht.[65] Dit had zijn weerslag op het Mathematisch Instituut, waar ook Beth mee te maken had. Onder de drijvende krachten hiertoe kunnen de toenmalige minister van onderwijs G. van der Leeuw en vooral de getaltheoreticus J.G. van der Corput geteld worden. Een grote rol bij de oprichting van het MC werd verder gespeeld door de differentiaalmeetkundige J.A. Schouten en D. van Dantzig (leer der collectieve verschijnselen). Allen waren zij op hun tijd werkzaam op het Mathematisch Instituut. Clay (experimentele natuurkunde en later een oprichter van een ander toegepast instituut, het FOM —Fundamenteel Onderzoek Materie) en Schouten zaten in het Curatorium van het MC, Van der Corput en Van Dantzig in de Raad van Beheer. Het Mathematisch Centrum werd onder andere in het leven geroepen om aan de moderne eisen voor wiskunde en de maatschappelijke toepasbaarheid van wiskunde tegemoet te komen.[66] Dit moest in wisselwerking gebeuren met zuiver wiskundig onderzoek. Volgens J.A. Schouten was de oprichting van een dergelijk buiten de universiteiten omgaand instituut ook daarom noodzakelijk, omdat de universitaire wiskunde nagelaten had in te spelen op de behoefte van juist dat soort wiskunde waar maatschappelijk vraag naar was.

Deze leemte probeerde men nu op te vullen. Vooral Schouten, Van der Corput en Clay speelden hierbij een grote rol. Niet alleen t.o.v. het oprichten van het Mathematisch Centrum, maar ook binnen de Nederlandse universitaire wiskundestudies.

De oprichting van het Mathematisch Centrum was voor Brouwer evenwel een zure appel. Was hem indertijd vóór de oorlog niet door de gemeente Amsterdam beloofd dat onder zijn, Brouwers, leiding het Mathematisch Instituut zou moeten en kunnen uitgroeien tot een internationaal wiskundig trefpunt, ja zelfs een tweede Göttingen?

Tot tweemaal toe —1920 en 1934— is aan Brouwer een hoogleraarspost te Göttingen aangeboden. In 1920 zelfs de stoel, die F. Klein van 1886 tot 1913 bezet heeft gehouden.[67] In 1919 had Brouwer overigens al een leerstoel in Berlijn, het tweede wiskundebolwerk in Duitsland na Göttingen, afgewezen. Hier betrof het de opvolging van G. Frobenius, die in 1917 overleden was. In de eerste instantie kwam C. Carathéodory daar terecht, maar deze vertrok al weer vrij snel. In de tweede instantie stond Brouwer met een aantal anderen op de lijst, maar uit die groep weigerde een ieder. Uiteindelijk is L. Bieberbach in 1921 op deze post terecht gekomen.[68]

---

[65] Voor de oprichting, de doelstellingen en de ideeën, die tot de oprichting geleid hebben, van het M.C., zie Alberts (1998, pp.139-249). Maar zie ook de brief (eigenlijk meer een rapport) J.A. Schouten – Fac. Wis- en Natuurkunde van de UvA, 28 mei 1951. In deze brief gaat Schouten in op de door Brouwer in de loop der tijden naar voren gebrachte bezwaren en probeert deze bezwaren te weerleggen. [afschrift in Beth archief]

[66] Vergelijk hiermee de oprichting van het Rubber Instituut.

[67] Brief L.E.J. Brouwer – B&W van Amsterdam, 8 oktober 1946, (Blaricum), [afschrift; als bijlage bij brief L.E.J. Brouwer – C.G. van Arkel (voorzitster Fac. Wis- en Natuurkunde, UvA), 1 mei 1951, (Blaricum) [alles in Beth archief].

[68] Mehrtens (1987), van Dalen (1999, 2001)).

Het bleek al ras dat voor dit tweede Göttingen aan Brouwer ruim baan werd geboden mits hijzelf voor de kosten en moeite zou opdraaien. Ondanks dit wisten Brouwer en zijn medestanders vóór de oorlog toch zo iets als een Amsterdamse wiskundige school met een eigen gezicht op te zetten. Overigens moet men volgens Hemelrijk (1959) Brouwers Amsterdamse school niet verwarren met de andere Amsterdamse school van na de oorlog, die vooral bij de Amerikanen en Engelsen bekend stond: de statistische afdeling onder D. van Dantzig op het Mathematisch Centrum. Nu, na de oorlog, werd er plotseling wel een van overheidswege ondersteund centrum opgezet, maar dan wel buiten Brouwer en het Mathematisch Instituut om — althans volgens Brouwer, andere wiskundehoogleraren aan de UvA dachten hier anders over. Bovendien was dit centrum nogal op de praktijk gericht, en in mindere mate op de zuivere wiskunde. Juist voor het kunnen beoefenen van de zuivere wiskunde had Brouwer in het begin van de twintigste eeuw zich tegen de toen heersende richting, waaronder ook zijn promotor Korteweg viel, moeten inzetten. De Nederlandse wiskundigen waren nadien dan ook vanuit zijn gezichtspunt in te delen in mensen, die hand en spandiensten voor dit centrum verrichtten, en zij die dit niet deden. Brouwer: [69]

'Vóór den oorlog bezat het Amsterdamsch universitair wiskundig onderwijs een in de loop der jaren gegroeide eigen geestelijke atmosfeer met daarin gekristalliseerde, een *Amsterdamsche wiskundige school* karakteriserende opleidingsstructuur, die aan de afstudeerenden een bepaald relatief hoog peil van een eigen stempel dragende samenhangende ontwikkeling verzekerde. Na den oorlog werd deze Amsterdamsche wiskundige school tezamen met haar bestaansmogelijkheid in korten tijd geliquideerd — door een reeks van overheidshandelingen, die niet slechts de Nederlandsche universiteitswiskunde van haar hoogere functiën (inzake wetenschappelijk onderzoek, maatschappelijke influentie en internationaal wetenschappelijk verkeer) ontheven en deze overdroegen aan een extra-universitair consortium [Stichting MC], dat zich zelf daartoe had aanbevolen [...]'

De bewoordingen, waarin deze geldelijke ondersteuning van het Mathematisch Centrum van gemeentewege omschreven werd, waren des te schrijnender voor Brouwer: [70]

'Voorgesteld wordt, aan de Stichting Mathematisch Instituut [bedoeld de Stichting MC] ten behoeve van het mathematisch instituut [bedoeld het MC], dat de plaats zal innemen van het Europeesch centrum voor wiskunde te Göttingen, voor het jaar 1946 een subsidie toe te kennen van ten hoogste f 25000,-.'

Brouwer stelde B&W van Amsterdam dan ook maar voor dit geld naar het echte Mathematisch Instituut over te maken in plaats van naar het M.C. — een overweging, die de leiding van het Centrum hem nog lang nadien kwalijk heeft genomen. Overigens scheen Brouwer door deze bewoordingen volgens Schouten de gedachten te hebben ge-

[69]Citaat uit de Brief L.E.J. Brouwer - C.G. van Arkel (voorzitster Fac. Wis- en Natuurkunde, UvA), 17 juni 1951, (Blaricum). Zekere gevaren worden ook genoemd onder punt 2 in brief Brouwer – C.G. van Arkel [voorzitster Wis- en Natuurkunde], 17 januari 1951, (Blaricum). [Beth archief, Brouwer (2011)]

[70]Citaat door Brouwer genomen uit de toelichting van B&W bij de door de gemeenteraad ingediende conceptbegroting: zie brief Brouwer – B&W van Amsterdam van 8 oktober 1946 [afschrift; als bijlage bij brief L.E.J. Brouwer – C.G. van Arkel (voorzitster Fac. Wis- en Natuurkunde, UvA), 1 mei 1951, (Blaricum). [Beth archief]

kregen dat ook echt het Mathematisch Instituut gekort was ten behoeve van het Mathematisch Centrum.[71] Niet geheel ten onrechte was men enigzins bevreesd om Brouwer te veel in handen te geven. Men denke bijvoorbeeld aan de wijze waarop hij vanwege het Bologna-congres in 1928 de Duitse wiskundigen een gedragslijn probeerde op te leggen Daarnaast heeft hij indertijd te samen met Bieberbach getracht op politieke gronden zekere Franse bijdragen aan een aflevering van de Mathematische Annalen ter ere van B. Riemann tegen te houden. Ook in andere gevallen was het niet precies duidelijk wie de drijfveer achter het een en ander was, Brouwer of Bieberbach.[72]

Tenslotte de benoemingen. Ook hier kan men zich afvragen of deze al dan niet voor de wiskunde zoals beoefend in Amsterdam van belang waren. Volgens Brouwer was dit bij sommige benoemingen wel, bij andere niet het geval. Vacaturevervullingen bleven een steen des aanstoots. Brouwer had twee zaken op het oog: een inkrimping voor wat betreft de hem niet welgevallige vakken of hoogleraren, daarnaast een vacaturevervulling, die niemands instemming zou kunnen wegdragen, in de persoon van E.M. Bruins. Brouwer bleef langdurig E.M. Bruins aandragen. Echter, er was kritiek op het wetenschappelijke gehalte van deze kandidaat[73] en op de didactische kwaliteit[74] Ook hierbij verzette Brouwer zich tegen de algemeen zich doorzettende trend. Twee benoemingen waren naar zijn zin geweest, die van Beth in 1946 — als nieuw gecreëerde post — en die van A. Heyting in 1948 (eigenlijk al als lector vanaf 1937) als opvolger van G. Mannoury. Deze leerstoel vervulde Heyting tot 1968. De leeropdracht van Heyting was er als volgt komen uit te zien: 'meetkunde, algebra en wijsbegeerte der wiskunde'. Die van Brouwer luidde onder andere het geven van verzamelingenleer, functieleer en axiomatiek. Tenslotte had men op de plaats van de afgevoerde R. Weitzenböck Van der Corput gekregen, zij het dat Van der Corput niet op diens programma zat. Weitzenböck hoefde na de oorlog niet terug te keren vanwege zijn gedrag tijdens de oorlog. Hij was o.a. betrokken bij beslaglegging op fietsen in het Gooi. Weitzenböck heeft nooit de Duitse nederlaag in 1918 kunnen verkroppen.

Men had derhalve binnen de Amsterdamse wiskunde buiten de VU te maken met twee instellingen voor wiskunde en met twee groepen, die het met elkaar oneens waren.

De groep van Schouten, Van der Corput en Clay stond tegenover Brouwer. De groep, die de al dan niet vermeende invloed van Brouwer wilde uitschakelen had al snel de hoop gevestigd op iemand met wiskundig een vergelijkbaar statuur als Brouwer, namelijk B.L. van der Waerden. Bij het binnen halen van Van der Waerden bij het Mathematisch Instituut van de UvA en het MC meende men een bevorderaar van de meer toegepaste aanpak van de wiskunde en een tegenwicht ten opzichte van Brouwer te verkrijgen. Van der Waerden was zich ervan bewust dat het laatste een belangrijke deeltaak voor hem zou kunnen inhouden, zoals blijkt uit de brieven van hem naar Van der Corput en Freudenthal.[75] Het zou echter met de inzet van Van der Waerden anders lopen dan gedacht.

[71] Brief Schouten – FacẆis- en Natuurkunde UvA, 28 mei 1951.

[72] Mehrtens (1987), van Dalen (1999, 2005)).

[73] Brief van der Waerden – J.A. Schouten, 16 mei 1951.

[74] Brief A.D. Fokker uit Delft). afschrift Beth archief.

[75] Soifer (2009), p. 446-448, brieven Van der Waerden naar Van der Corput en naar Freudenthal, beide brieven van 22.IX.1945.

Van der Waerden was in die tijd net terug uit Leipzig in Nederland en moest weer werk zien te verkrijgen. Van der Waerden werd naar voren geschoven door vooral Van der Corput, Clay en Schouten. Zij werden hierin terzijde gestaan door Van Dantzig en Freudenthal. Vooral Schouten, Van der Corput en Clay schroomden geen enkel middel om de vanwege zijn vroegere Duitse dienstverband in Leipzig tussen 1934 en 1945 omstreden Van der Waerden als hoogleraar in Amsterdam binnen te halen.[76] Van der Waerden zat in Leipzig, een poging hem tijdens zijn Duitse tijd in Göttingen te benoemen had de instemming van H. Göring, maar stuitte af op de onwil van J. Goebbels —hoogleraarposten bij belangrijke wetenschappelijke centra hadden zeker de belangstelling van de Nazi-top.[77] Van Brouwer en Heyting is al vermeld wat een steen des aanstoots was. Zo waren er bij Van der Waerden zeer vele: loyaliteitsverklaring t.o.v. de toenmalige Duitse Führer Hitler op 1 november 1934,[78] zijn ariërverklaring in een stuk van Van der Waerden naar de decaan van de filosofische faculteit van de Universiteit Leipzig op 18 mei 1933,[79], zijn vermelding van 'Heil Hitler' in brieven, etc.[80]

In 1945 had Van der Waerden twee posities op het oog: een hoogleraarschap aan de RUU[81] en een aan de UvA. Beide gevallen zouden op niets uitdraaien. In Utrecht had men naast zuiveringscommissies ook met de rijksoverheid te maken, in Amsterdam de zuiveringscommissie en de gemeenteraad. En in beide gevallen moest er ook nog een bekrachtiging door koningin Wilhelmina bij komen. In Amsterdam kreeg men te maken met oppositie van het dagblad en oud-verzetskrant 'Het Parool' van 16 januari 1946 —net voor het bijeenkomen van de gemeenteraad, die moest beslissen over de benoeming van Van der Waerden. Op 17 januari kon het Parool al melden dat de zaak aangehouden werd, ook om verdere informatie in te winnen. Hierna werd er vanaf gezien. Van der Waerdens mogelijke benoeming kreeg ook verzet van het universiteitsblad 'Folia Civitatis' en de studentenvereniging ASVA. Ook bij de ASVA had men met een anti-Duitse gezindheid en verzetsachtergrond, te maken.[82] Freudenthal zorgde hierna dat Van der Waerden in 1945 een positie kreeg bij de Bataafsche Petroleum Mij (ging later op in de Shell).[83] Van der Corput verzorgde voor hem een deeltijdpositie als directeur toegepaste wiskunde aan het MC.[84] In 1947 was er een kans op een hoogleraarspost voor van der Waerden in Zürich. Men woog hierbij ook Van der Waerdens vroegere positie in Leipzig en de commotie daarom heen in Nederland. Hierbij valt de eigenaardige verklaring naar Zürich door Schouten op met een door hem verzonnen Joodse zwager van Van der Waerden (Van der Waerden had geen zusters) om Van der Waerden te helpen.[85] Ook over de kruiperige houding van Van der Corput jegens Van der Waerden kan men fraaie staaltjes lezen in Soifer (2009).

[76]Voor een bespreking van Van der Waerden en de bezigheden om een benoeming van hem door te drukken, zie Soifer (2009), hoofdstuk.

[77]Naar de mededelingen tijdens een lezing op 19 april 1989 op het Mathematisch Instituut van de UvA door N. Schappacher van het Max Planck Institut.

[78]Soifer (2009, p.401).

[79]Soifer (2009, p.397).

[80]Soifer (2009).

[81]Dold-Samplonius (1997).

[82]Soifer (2009), pp. 449 e.v.

[83]Soifer (2009), p. 458.

[84](Soifer, 2009, p.459).

[85]Soifer (2009), p. 460-46, geen datum

In de periode 1947-1948 was van der Waerden als gasthoogleraar in Baltimore bij Johns Hopkins te vinden. Men bood hem daar een vaste baan met een riante betaling aan. Van der Waerden weigerde en keerde terug naar Nederland. In 1948 verschafte men Van der Waerden een bijzonder hoogleraarschap aan de UvA in de toegepaste wiskunde. De betaling kwam niet van de UvA, maar van een stichting. Hiermee omzeilde men ook oppositie. Brouwer was zeer gekant tegen dit hoogleraarschap vanwege de plaats van de toegepaste wiskunde en de persoon Van der Waerden.[86] Later werd Van der Waerden opgenomen in de KNAW met bekrachting door koningin Juliana.

Uiteindelijk bereikte de groep een volledig UvA-hoogleraarschap bij wiskunde: op 19 april 1950 zijn benoeming met in dienst treding op 1 oktober 1950, op 4 december 1950 zijn inaugurele rede, en op 21 maart 1951 een aanvraag voor ontslag door Van der Waerden, dat inging per 1 mei 1951. Hierna vertrok Van der Waerden direct naar de Universiteit van Zürich, iets wat hij blijkbaar achter de hand had. Zürich heeft twee instellingen voor hoger onderwijs: de Universiteit Zürich en de ETH Zürich. Van der Waerden ging met de wiskundigen van beide instelingen goed om.[87] Van der Waerden heeft in Zürich vooral werk verricht m.b.t. de geschiedenis van de wiskunde. Door dit vertrek stond de groep van Van der Waerden-aanhangers in zijn hemd.[88] Van der Waerden speelde in Amsterdam geen enkele rol meer, maar Heyting had natuurlijk blijvend te maken met de overige hier genoemde hoogleraren.

In 1951 moesten de Amsterdamse wiskunde-hoogleraarposten derhalve aangevuld worden vanwege het vertrek van Van der Waerden en Brouwer —de laatste ging met pensioen. Voor Brouwer kwam J. de Groot uit Delft in de plaats met als leeropdracht meetkunde, analyse en verzamelingenleer en N.G. de Bruyn min of meer in plaats van van der Waerden voor analyse, algebra en toegepaste wiskunde.

Door de toename van onderwijs binnen wiskunde, maar ook vanwege het onderwijs aan de chemici en natuurkundigen was de onderwijsdruk sterk toegenomen. Bovendien verlangde men een uitdieping van diverse mathematische disciplines. Zowel tegen uitbreidingen, die meer in het vlak van de toepassingen kwamen te liggen, alsook de wijze waarop de diverse posten bezet zouden moeten worden verhief Brouwer zijn stem. Volgens hem was er sprake van overbezetting voor wat betreft de personele voorzieningen — en dit in het bijzonder in die vakken, die eigenlijk niet in de door hem geapprecieërde lijn van de Amsterdamse school lagen. Tussen de meer op toepassingen gerichten bevond zich ook D. van Dantzig, die aan J.A. Schouten meldde: [89]

'In de laatste decennien echter is 1e. het aantal gebieden waarin wiskunde toegepast wordt; 2e. de mate waarin de wiskunde in deze en oudere gebieden doorgedrongen is;

[86] Zie o.a. Brouwers brief naar de curatoren van de UvA , 2.IV.1948 en naar de senaat van de UvA, 13.III.1948 (?). (Brouwer (2011)).

[87] (Dold-Samplonius, 1997).

[88] (Soifer, 2009, pp.472-473).

[89] Citaat uit melding door D. van Dantzig aan J.A. Schouten, afschrift, datum?, om en nabij 1951. Deze melding maakt deel uit van een pakket materiaal t.b.v. faculteitsvergaderingen, alwaar beslissingen moesten vallen; zie hiervoor J. de Boer (secr.): vergadering 1e afdeling Wis- en Natuurkunde woe. 30 mei 1951. In het pakket, dat door J. de Boer verstuurd was, zat verder: 1. Concept vacaturevervulling Brouwer en van de Waerden; 2. brief J.A. Schouten – Fac. Wis- en Natuurkunde, 28 mei 1951; 3. uit een brief J.G. van der Corput – J.A. Schouten, 11 mei 1951, 4. memorie n.a.v. schrijven van prof. L.E.J. Brouwer aan van Arkel (de voorzitster van de Faculteit Wis- en Natuurkunde) van 1 mei 1951, (met extra memorie i.v.m. vacaturevervulling) [Beth archief].

3e. de graad van moeilijkheid der aldaar gebruikte wiskunde, en 4e. de exactheid, waarmede zij toegepast wordt, op ongekende wijze toegenomen en in tot dusverre steeds versneld tempo toenemende. De vraag naar resultaten, ook in de diepstliggende en abstracte delen der wiskunde is thans zo groot, dat het aanbod van de zuivere wiskunde ze niet of nauwelijks kan bijhouden. [...] Van een al dan niet geleidelijke vermindering [zoals door Brouwer voorgestaan] van het wiskundige docentenkorps kan dan ook absoluut geen sprake zijn.'

Deze verruiming gaf tevens een verruiming naar toekomstmogelijkheden voor wiskundigen, die buiten het geven van onderwijs lagen. Maar al te vaak hadden mensen niet deze opleiding gekozen, omdat het geven van onderwijs hen niet trok. Men had bij dit alles op te roeien tegen Brouwer (Brouwer zou waarschijnlijk precies het omgekeerde hebben gezegd, ook de andere partij had zijn belangen). Wel moet gezegd worden dat Brouwer in die jaren veel te verduren heeft gehad: de behandeling van hem na de oorlog, de onenigheden aangaande het MC en de formatieplaatsen bij wiskunde en tenslotte de wijze waarop men het door hem opgerichte tijdschrift Compositio Mathematica aan hem ontrokken had (bij dit laatste is een belangrijke rol gespeeld door Schouten). Brouwer was volgens Schouten en Van Dantzig halstarrig en zijn argumenteren was meer ad hominem dan ad rem.[90] Men verweet Brouwer tenslotte nog dat het Mathematisch Centrum in de periode tussen 1946 en 1951 eigenlijk geen medewerking of samenwerking van de kant van het Mathematisch Instituut van de UvA had —wel verkreeg men deze van de zijde van de Vrije Universiteit te Amsterdam.

Naast het Mathematisch Instituut had het wel en wee van het tijdschrift Compositio Mathematica nog steeds, ook na zijn terzijde schuiven, Brouwers volle belangstelling.[91] Helemaal ongelijk had Brouwer niet, ook al wilde Van der Corput dit anders laten geloven.

Men kan natuurlijk zich niets van Brouwer aantrekken, dit was de tactiek van zijn vroegere meetkundige collega H. de Vries in antwoord op een brief van F. Kohnstamm: [92]

'Van je verhouding tot Brouwer moet je je niets aantrekken, die ligt wel met méér menschen overhoop, o.a. met zijn eigen broer, die mij bijzonder sympathiek is, zóózeer, dat zij elkaar op de vergaderingen van de Akademie [KNAW] negeeren! Een zakelijk verschil van opinie met iemand kan hij niet hebben; hij brengt alles onmiddellijk over op persoonlijk terrein, en ontdekt dan steeds de laaghartigste motieven. Kalm laten tobben, Flip, dat doe ik ook, en je van al zijn gesputter niets aantrekken; hadde ik dat niet gedaan, ik hadde al sedert jaren de heftigste ruzie met hem.' Dit ging natuurlijk niet op in deze naoorlogse situatie.

Men moet hierbij in het oog houden dat mensen zoals Van Dantzig, Schouten en vooral Van der Corput ook zo hun belangen hadden. Brouwer zelf zag in alles, wat zonder zijn instemming gebeurde, een daad van vijandelijkheid en een poging hem opzij te schuiven — en dit laatste is dan gezien het voorgaande soms terecht door hem

[90] Positie Brouwer binnen het Mathematisch Centrum: brief J.A. Schouten – Fac. Wis- en Natuurkunde, 28 mei 1951.

[91] Brief J. v.d Corput – Beth en Heyting, 12 juni 1951, Stanford [Beth-archief en in Brouwer (2011).

[92] Brief H. de Vries – F. Kohnstamm, 14 februari 1927, Amsterdam, in antwoord op de brief F. Kohnstamm – H. de Vries, 9 februari 1927, Ermelo, beide in Brouwer (2011).

gedacht — zoals blijkt uit een brief in 1946 naar burgemeester en wethouders van Amsterdam.[93] Brouwer wenste in 1951 zijn pensioen uit te stellen en met behulp van uitzonderlijke volmachten de Amsterdamse wiskundigen te regeren: [94]

'[D]at mij wordt verzocht mijn genoemde functies [van hoogleraar in de verzamelingenleer, de functieleer en de axiomatiek en van directeur van het Mathematisch Instituut aan de UvA] na 17 September 1951 nog enige tijd te blijven waarnemen, zulks onder tijdelijk herstel mijner na de oorlog ontnomen leiding van het mathematisch bedrijf der universiteit van Amsterdam en met de opdracht tot voorbereiding en inleiding der tot reïntegratie der vooroorlogse efficiency van dit bedrijf vereiste maatregelen.'

Met dit laatste bedoelde Brouwer het verwijderen van hem onwelgevallige vakken (en hoogleraren). Hiermee werd door Brouwer een zeggenschap opgeëist, die er volgens J.A. Schouten voor de directie van het Mathematisch Instituut nooit geweest is. Volgens Schouten was de functie van directeur van het Mathematisch Instituut eigenlijk al nooit veel meer dan een pedelfunctie geweest.[95] Naar de Instructie voor Directeuren aan Universitaire instellingen van 13 juni 1927 was het directeursschap een toezicht houden op enkele huishoudelijke taken.

Een duidelijke rol bij deze discussies speelde Beth niet. Beth. maar ook Heyting, brachten wel op de cruciale momenten tijdens het faculteitsberaad gelijk de rest hun stem tegen Bouwer uit. Zeker aan de vooravond van het vertrek van Van der Waerden en Brouwer was dit bij de nieuwe invulling van de aldus ontstane vacatures van belang. Brouwer was voorstander van de inperking van het aantal medewerkers, Heyting niet. In een aan Brouwer gestuurde brief probeerde hij dit te verduidelijken. Op dat moment was voor de Brouwer de maat al vol, en kreeg Heyting zijn brief in ongeopende envelop thuis gestuurd. Sindsdien werd Heyting bij de tegenstanders ingedeeld. Wel had Brouwer nog met Heyting te maken vanwege de redactie van Studies in Logic. Pas veel later kreeg Beth van Brouwer te horen dat hij zich niet meer met Heyting wenste te verstaan, en dat ook niet meer in het kader van de boekenserie Studies in Logic.

Beth stond op goede voet met een aantal aan het Mathematisch Centrum deelnemende hoogleraren. In de loop der tijden zou Beth lezingen organiseren in samenwerking met het Mathematisch Centrum en actief deelnemen aan aldaar gegeven vakantiecursussen. Ook stond Beth welwillend tegenover het streven van Van der Corput het Mathematisch Centrum om te zetten tot een Internationaal Centrum. Helaas mocht dit laatste niet lukken en ging Picone's instituut te Rome met deze eer strijken. Dit kon volgens Van der Corput vooral gebeuren, omdat in Nederland het wiskundig gebeuren te divers georganiseerd was. Als alles onder één noemer zou geschieden, dan had men de mogelijkheid om tegen het buitenland een vuist te maken. Nu had men de indruk dat er vanuit het Mathematisch Centrum te weinig gebeurde. Er werd daar volgens het buitenland bijna niets aan lopende series uitgegeven. Volgens Van der Corput was dit

[93]Brief Brouwer – B&W van Amsterdam, 8 oktober 1946, (Blaricum), [afschrift als bijlage bij afschrift brief. L.E.J. Brouwer – C.G. van Arkel (voorzitster Fac. Wis- en Natuurkunde, UvA), 1 mei 1951, (Blaricum). [Beth archief]

[94]Brief (copie) L.E.J. Brouwer – De 1e afdeling [wiskunde] van de Fac. Wis- en Natuurkunde van de UvA, 14 maart 1951, (Blaricum). Zie verder ook Brief Brouwer – [Beth archief, Brouwer (2011).

[95]Brief J.A. Schouten – Fac. Wis- en Natuurkunde, UvA, 28 mei 1951. [Beth archief]

niet geheel juist: [96]

'Bibliotheca Mathematica, op initiatief van het M.C. ontstaan en geheel op poten gezet, mag niet met die naam verschijnen, omdat een enkele Nederlandsche mathemaat daar bezwaar tegen heeft. Zoals nu blijkt, hebben we, ter wille van de samenwerking [binnen Nederland], de belangen van Nederland opgeofferd [. . .]. Ik zie het nu als een Nederlands belang, dat alles wat op mathematisch gebied in Nederland verschijnt, zoveel mogelijk onder één naam komt. Zou het mogelijk zijn, dat later, *na* het uittreden van Brouwer, aan de reeks 'Studies in Logic' toegevoegd wordt: *onder auspiciën van het M.C.*?'

Op deze suggestie betreffende Studies in Logic wenste Beth niet in te gaan. Wel meende hij:[97] 'Het komt mij voor, dat de Italianen thans weer profijt trekken van een nog uit het fascistische tijdperk stammende overkoepelende organisatie.' Of het instituut van Picone werkelijk een Internationaal Instituut geworden is mij niet bekend en ook niet welke organisatie of instelling dergelijke titels wenste uit te delen (UNESCO, IMU?). Het in 1927 opgerichte instituut van Picone, Istituto per le Applicazioni del Calcolo (tegenwoordig met achtervoegsel 'M. Picone'), was één der eerste instituten op het gebied van toegepaste wiskunde. In tijd het Mathematisch centrum dus ver vooruit. Mauro Picone (1885-1977) zelf was een volger van Mussolini en een aanhanger van het fascisme.

De citaten zijn in de eerste plaats bedoeld om een verdere indruk te geven van bepaalde strijdige belangen en gedachten, die leefden bij sommige oprichters van het MC. De door van der Corput vermelde 'Bibliotheca Mathematica' is een door North-Holland (Amsterdam) en Noordhoff (Groningen) uitgegeven boekenserie: 'Bibliotheca Mathematica, A series of monographs on pure and applied mathematics, edited with the cooperation of the 'Mathematisch Centrum' and the 'Wiskundig Genootschap' at Amsterdam'. De redactie bestond uit N.G. de Bruijn, D. van Dantzig en J. de Groot.

Niet op alle zaken, die gedurende Beths hoogleraarsschap de Eerste Afdeling passeerden, zal worden ingegaan. Hij nam deel aan allerlei commissies met betrekking tot het verbeteren van de infrastructurele werken voor het beoefenen van de wiskunde. Hieronder viel het meer op elkaar afstemmen van het wiskunde-onderwijs aan universiteit en hogeschool in het begin van de jaren vijftig of ook in 1954 de instelling van de opleiding van wiskundig ingenieur aan de Technische Hogeschool te Delft. Ook hiertoe werd om advies gevraagd bij de faculteiten.[98] Deze laatste zaak is trouwens een fraai voorbeeld van het met elkaar verbinden van wiskunde en maatschappelijke dienstverlening. Langzamerhand institutionaliseerde zich dit. Als taak viel dit buiten het Wiskundig Genootschap en het Mathematisch Centrum. Maar waar viel het dan wel onder? In 1955 werd om deze moeilijkheden te boven te komen door H. Freudenthal, J.C.H. Gerretsen en J. Haantjes gepoogd de Stichting Mathematisch Contact in het leven te roepen.[99] Wellicht lag het ook in de bedoeling om hiermee de langza-

[96]Brief J.G. van der Corput – Beth, 28 januari 1952.

[97]Brief Beth – J.G. van der Corput, 30 januari 1952, (Berkeley).

[98]Stichting opleiding wiskundig ingenieur: Afschrift brief Eerste Afdeling van de Onderwijsraad (F.L.R. Sassen, G.E. Schelfhout) – Voorzitter Fac. Wis- en Natuurkunde, UvA, 17 juli 1954, ('s-Gravenhage), (No. 101 H.O.) met bijlage. Voor een uitvoerige beschrijving, zie Alberts (1998, pp.293-401).

[99]Stichting Mathematisch Contact: Afschrift stichtingsacte: in Beth-archief

merhand zich aftekenende monopoliepositie van het Mathematisch Centrum enigzins in de wielen te rijden.[100]

Afgezien van Brouwer werd buiten de stad het M.C. soms gezien als een Amsterdams onderonsje, en meer nog, als een poging tot overheersing van de Nederlandse academische wiskunde. In dit verband vallen enkele opmerkingen van Beth aan Van der Corput naar aanleiding van een Internationaal Mathematisch Centrum te citeren: [101]

'In de eerste plaats kan men trachten ook bij ons de gehele wiskunde te overkoepelen, al is het maar op papier; zou men daarin slagen, dan zouden we zeker in vergelijking met andere landen een goed figuur maken. Maar ik verwacht van een dergelijke overkoepelingspoging niet veel resultaat. Velen zullen beducht zijn, dat een overkoepeling op papier wel eens zou kunnen leiden tot reële beperking van de bewegingsvrijheid, en uit deze beduchtheid zouden reacties kunnen voortvloeien, die voor de verwezenlijking van het desbetreffende plan zeer schadelijk zouden kunnen blijken.' En: '[D]at bij ons de volksaard zich verzet tegen overkoepeling, en dat men daarom onrechtvaardig is zowel tegenover de Nederlandse wiskunde als tegenover het M.C., wanneer men uitgaat van een vergelijking tussen het aantal publicaties van Picone's instituut en dat van het M.C. De diensten, die het M.C. aan het wiskundig leven in Nederland bewijst, zijn groter dan het aantal publicaties van het M.C. zou doen vermoeden. Dit argument zou nog aan kracht winnen, indien een aantal wiskundigen, die overigens voor samenwerking met het M.C. niet voelen, gewonnen zouden kunnen worden voor een of andere vorm van medewerking aan het Internationaal Centrum.'

Het Wiskundig Genootschap, door de poging van het in leven roepen van de Stichting Mathematisch Contact daartoe aangezet, wenste in 1955 een bundeling van de wiskundige krachten.[102] Dit alles resulteerde in een commissie vanuit het Wiskundig Genootschap voor samenwerking ten bate van de Nederlandse wiskunde. In deze commissie zat naast Freudenthal ook Beth.

In deze tijd speelde naast deze zaken het organiseren van het Internationaal Mathematisch Congres, dat van 2 tot 9 september 1954 in Amsterdam gehouden werd. Hiertoe was een Centrale Organisatie Commissie in het leven geroepen met daarnaast nog talrijke andere commissies en subcommissies — waaronder budget-, programma-, proceedings-, technische- en ontspannigscie.[103] De financiële verantwoordelijkheid berustte bij de Stichting Internationaal Mathematisch Congres 1954. Deze stichting was verantwoording schuldig aan het Wiskundig Genootschap onder welks auspiciën zij in het leven was geroepen. Een belangrijke rol in de organisatie van dit congres speelde het Mathematisch Centrum, dus bijgevolg ook Schouten. Ook Beth kon men bij diverse organisatorische zaken van dit congres terugvinden. Brouwer heeft zich op dit congres niet laten zien. Wellicht dat teveel Nederlandse wiskundige vijanden bij de organisatie betrokken waren —waaronder dus Schouten, die op alle mogelijke manieren bezig geweest is om Brouwer zeggenschap over zijn eigen geesteskind, de

[100] Voor 'monopoliepositie' MC, zie Alberts 1983.

[101] Brief Beth – J.G. van der Corput, 30 januari 1952, (Berkeley) .

[102] Brief Commissie W.G. samenwerking: Rondschrijven N.G. de Bruijn – hoogleraren wiskunde (en Bestuur W.G.), 4 oktober 1955.

[103] De proceedingscommissie heeft het congresverslag in drie delen het leven laten zien: *Proceedings of the Intenational Congress of Mathematicians 1954, Amsterdam, September2 – September 9.* Amsterdam (North-Holland), Groningen (Noordhoff), 1956.

Compositio, te ontnemen.

2.1.2 Herinrichting Amsterdamse wiskundestudie.

In de hierop volgende jaren bleef de inrichting van de wiskundestudie in Amsterdam onderwerp van onenigheid. Er komen vragen op zoals die naar de eisen voor het leraarschap. Ook de hoeveelheid afgestudeerden en promoties was niet naar ieders zin. Zo kwam in 1959 J. Popken met voorstellen in verband met de vernieuwing van de studie na het kandidaatsexamen.[104] Naast de moeilijkheden, die veroorzaakt werden door een te gering aantal docenten, was het vooral de inrichting van het postkandidaats dat zorgen baarde. Te gering waren de mogelijkheden om specialisatie op te doen. Daarin wilde Popken verandering brengen en dit eveneens in de te geringe binding tussen wiskundestudenten en de wiskundestudie. Dit laatste had volgens hem het grote verloop onder de wiskundestudenten tot gevolg. Daarnaast wenste hij een aantal administratieve maatregelen in te voeren zoals inschrijving voor de studie, het bijhouden van de afgelegde tentamens en het opstellen van een studieprogramma. Dit resulteerde in een ontwerp studieregeling van A. Heyting, J. de Groot, J. Popken en N.G. de Bruyn. In dit ontwerp werd naast de basisstudie de mogelijkheid van specialisatie geboden.[105]

Buiten deze zaken zal in verband met het nieuwe academisch statuut, dat op stapel stond, naast de herinrichting van de wiskundestudie ook de plaats van de filosofie van de exacte vakken ter discussie komen te staan. Wat moest het gezicht van zo een vak worden binnen wis- en natuurkunde, zo het binnen die faculteit gehandhaafd werd? Dit waren voor Beth, maar ook voor Heyting, belangrijke zaken. De faculteit wiskunde en natuurwetenschappen had trouwens op dat moment ernstiger zaken aan het hoofd. Zo had wiskunde onenigheid met natuurkunde over de mogelijkheid wiskunde al dan niet als een autonome wetenschap te mogen onderwijzen binnen het nieuwe academisch statuut.[106] Wel wilden de wiskundigen het gebruik van bijvakken bij het kandidaatsexamen handhaven. Een echt volledig op zich zelf staand kandidaatsexamen voor wiskunde zonder al te veel werk voor bijvakken stond de natuurkundigen niet aan. Het blijkt dat de bedoeling was toch nog zoveel mogelijk zieltjes voor de natuurkunde te winnen binnen het wiskundebestand: [107]

'Voor een student, die pas van de schoolbanken komt, ligt de eerste kennismaking met de wiskunde veel meer in de lijn van het onderwijs dat hij gewend is. De nette systematische opbouw van de wiskunde-colleges steekt scherp af tegen de manier waarop hij in de natuurkunde met een groot aantal onderwerpen tegelijk geconfronteerd wordt, waarin hij slechts na enige tijd voldoende kan doordringen om er de portée van te begrijpen. [...] Een afzonderlijk candidaatsexamen wiskunde met veel minder natuurkunde e een natuurkundig practicum zal daarom het gevaar meebrengen, dat veel

[104] Voorstellen J. Popken: 11 januari 1959 [in Beth-archief].

[105] Ontwerp studieregeling: A. Heyting – hoogleraren wiskunde UvA, 11 juni 1959.

[106] Controverse tussen wiskunde en natuurkunde: brief J. de Groot (voorzitter 1ste afdeling [=wiskunde]) – A.D. Mulder (Secr. Wis- en Natuurkunde, UvA), 22 februari 1961; met toegevoegd: 'Regeling candidaatsexamen in het nieuwe academische statuut' (namens de leden van de onderafdeling natuurkunde) [ook in Beth-archief].

[107] 'Regeling candidaatsexamen in het nieuwe academische statuut' (namens de leden van de onderafdeling natuurkunde), zie verder de vorige voetnoot.

studenten hun heil bij de wiskunde zullen zoeken, niet uit belangstelling voor de wiskunde, maar omdat zij door de eerste kenismaking met de natuurkunde overdonderd worden.'

Vooral ten aanzien van de theoretische natuurkunde zag men bij een inwilliging van de eisen van de wiskundigen een verminderd aanbod van studenten zich aftekenen. De gedachte van wiskunde als toeleverancier en dienstmaagd voor de natuurkunde was al langer aanwezig. Vooral in Nederland leefde tot in het begin van de twintigste eeuw deze gedachte, en daarmee samenhangende de lijn van benoemingen annex te verschaffen onderwijs, nog sterk. Op de houding dienaangaande van Brouwers promotor D.J. Korteweg en van L.E.J. Brouwer zelf is al gewezen.[108] Tenslotte vroeg men landelijk in het ontwerp-Academisch Statuut om een kandidaats wiskunde als hoofdvak met de volgende bijvak-varianten: tweede hoofdvak natuurkunde, of tweede hoofdvak natuurkunde en bijvak wiskunde, of bijvakken natuurkunde en sterrenkunde.[109]

3 Beths Instituut voor Grondslagenonderzoek

Al eerder werd er op gezinspeeld dat de beoefening van logica en de filosofie van de exacte wetenschappen nogal eens in een verdomhoekje zat bij de beoefenaren van wiskunde en de exacte wetenschappen. Van de zijde van de niet-exacte wetenschappen, zoals zielkunde, opvoedkunde, wijsbegeerte, volkshuishouding of taalkunde, viel niet veel aan ondersteuning van Beths bezigheden te verwachten. Anderzijds lag het toch ook wel weer in de bedoeling om met Beth een soort bindende factor te vormen tussen dergelijke wetenschappen. Deze zaken in ogenschouw nemend is het niet vreemd om tenslotte op de gedachte te komen een eigen instituut op te zetten. Dit moest de mogelijkheid bieden zelf over gelden en personeel te beschikken en, zonder al te veel door anderen gehinderd, de eigen wetenschappelijke koers te kunnen uitzetten. Binnen deze context zou het ook gemakkelijker zijn om collega's uit den vreemde uit te nodigen en voor enige tijd in Amsterdam te laten verblijven. Hiervan zou Beth druk gebruik gaan maken. Beth zette overigens niet een voor Amsterdam volstrekt vreemde koers uit. Zijn bezigheden waren in zekere zin ingebed in al bestaand onderzoek en onderzoeksbeleid.[110] Of, om met de woorden van L.E.J. Brouwer te spreken: [111]

'[W]il ik er hier nogmaals den nadruk op leggen, dat een zuiver-wetenschappelijke overbezetting aan een universiteit van een klein en onbemiddeld land met weinig verspreide onderwijsvoertaal uitsluitend is gerechtvaardigd voor takken van wetenschap, waarin eenerzijds de betrokken universiteit onder internationale aandacht een leidende rol vervult, en die anderzijds geëigend zijn om in het voor bepaalde groepen van stu-

[108]Wiskunde al dan niet als een autonoom vak bij Korteweg en Brouwer: zie ook van Stigt (1990).

[109]Definitieve voorstellen Wis- en Natuurkunde: H.O. Huisman (Wis- en Natuurkunde, UvA) – leden Wis- en Natuurkunde, UvA, 10 september 1963; met: Interfacultair Overleg Wis- en Natuurkunde (onder Leiden) – Fac. Wis- en Natuurkunde in den lande, Academische Raad, 28 augustus 1963 [in Beth-archief].

[110]Maar niet alleen bij wiskunde, ook bij natuurkunde werd er in voorbije tijden iets gedaan aan de filosofie en methoden van het vak. Dit spitste in Amsterdam zich toe op de persoon van de hoogleraar Experimentele Natuurkunde J. Clay.Voor de opvattingen en werkzaamheden van J. Clay, Beth (1955/1956*a*).

[111]Brief L.E.J. Brouwer – C.G. van Arkel (voorzitster Wis- en Natuurkunde, UvA), 17 januari 1951, (Blaricum).

denten verplichte leerprogramma te worden opgenomen. Deze voorwaarde was en is m.i. te Amsterdam slechts vervuld voor de epistemologische wiskunde, de wiskundige beïnvloeding der kennisleer. Bij de daarin gedurende de laatste decenniën plaatsgevonden geleidelijke verschuiving der hoofdaandacht (van begrips- en woordanalyse, axiomatiek en topologie naar intuïtionisme en gerelativeerde logica) is de leidende rol van Amsterdam behouden gebleven. En zij zal m.i. ook in de toekomst onder Heyting en Beth behouden blijven, indien ten aanzien van de persoonlijke positie dezer beide geleerden en ten aanzien van de betrokken leervakken de toestand wordt hersteld, die onder Mannoury en mij heeft bestaan. Waarbij dan tevens de ook na het vertrek van van der Waerden en mij aanwezig blijvende ongerechtvaardigde plaatselijke overbezetting der overige wiskunde des te duidelijker in het licht zal treden.'

Beths opzet was niet uniek: op het gebied van de logica en het grondslagenonderzoek waren al instellingen of groepen te vinden. Hieronder vielen UC Berkeley, Leuven, UC Los Angeles, Cambridge (Harvard), Helsinki, Zürich, Princeton (Fine Hall en Institute for Advanced Study), Münster, Berlijn, Warschau, Parijs, Turijn.

Het voornemen om een eigen instituut op te richten levert dat echter niet per omgaande op. Er moest nog het een en ander aan vooraf gaan voor het zo ver was. Dit betekende alles en iedereen aflopen, waaronder ook het gemeentebestuur van Amsterdam. Het verzoek ging uit van het stichten van een Intituut voor Grondslagenonderzoek en Philosophie der Exacte Wetenschappen. De bedoeling was dit instituut te laten omvatten een Seminarie voor Mathematische Logica en Philosophie der Exacte Wetenschappen onder Beth en een Seminarie voor Grondslagenonderzoek en Wijsbegeerte der Wiskunde onder Heyting. Het instituut zou een zelfstandig tot de Faculteit der Wiskunde en Natuurwetenschappen behorend onderdeel van de universiteit moeten zijn.[112]

Om het verzoek meer kracht bij te zetten ging Beth er toe over collega's in het buitenland om inlichtingen te vragen naar de wijze, waarop een en ander bij hen geregeld was, en hem daarboven bijval te verlenen voor de door hem na te streven zaak. Dit laatste was bedoeld als propaganda bij de gemeentelijke en universitaire bureaucraten. De door Beth verkregen inlichtingen leveren een aardig beeld op van de toenmalige positie van de logica. A. Mostowski berichtte uit Polen dat de logica aldaar ondergebracht was bij filosofie en wiskunde.[113] In dit opzicht onderscheidde Polen zich niet van de Verenigde Staten, zoals A. Church[114] liet weten, en Israel, zoals A. Fraenkel[115] schreef. In Noorwegen was, althans zo geeft het bericht van I. Johansson de indruk, alles bij wiskunde ondergebracht.[116] Mostowski vond dit overigens een uitstekende toestand. In logica als zelfstandig instituut en losgekoppeld van de wiskunde zag Mostowski in het geheel niets. Fraenkel vond Beths streven daarentegen een uitstekend plan en ook Johansson stond er welwillend tegenover. Materieel beter voorzien waren H. Scholz[117]

[112]Uit de bijlage van het aan B&W van Amsterdam gerichte voorstel tot stichting van 30 mei 1951 door A. Heyting en E.W. Beth. Brieven Beth – A. de Roos (Albert de Roos: wethouder Onderwijs Amsterdam voor PvdA), 17 februari 1951, 4 mei 1951.

[113]Brief Beth – A. Mostowski, 17 februari 1951, brief A. Mostowski – Beth, 8 maart 1951, (Warszawa).

[114]Brief A. Church – Beth, 4 april 1951¡ (Princeton, University).

[115]Brief A. Fraenkel – Beth, 4 maart 1951, (Jeruzalem).

[116]Brief Beth – I. Johansson, 19 februari 1951, brief I. Johansson – Beth, 20 maart 1951, (Oslo).

[117]Brief H. Scholz – Beth, 3 maart 1951, (Münster), brief Beth – H. Scholz, 8 maart 1951.

in het vooral door zijn bemoeienissen groot geworden Münsterse Institut für mathematische Logik und Grundlagenforschung — dat bij Wis- & Natuurkunde was ondergebracht —, R. Feys[118] met zijn Séminaire de Logistique te Leuven en J.L. Destouches[119] met het door hemzelf gestichte Centre d'Etudes de Logique Symbolique aan de Sorbonne te Parijs. Destouches verkreeg geldelijke steun van het Centre National de la Recherche Scientifique. Feys sloeg de vleugels meer interuniversitair uit, onderwijsruimten werden van diverse instellingen verkregen evenals gelden. K. Schröter meldde dat er aan de Humboldt-Universität (Berlijn, DDR) net een instituut voor mathematische logica opgericht was.[120] In de gevallen van Destouches, Schröter en Feys waren de materiële hulpmiddelen niet overweldigend. Bij Schröter is het opvallend dat hij tot zijn eigen verbazing met goedkeuring van het ministerie zijn instituut zelfstandig kon oprichten buiten het mathematische instituut om. Ook Feys, Schröter en Scholz stonden sympatiek tegenover het plan van Beth.

Op 23 april 1952 kwam de toestemming van Burgemeester en Wethouders van Amsterdam binnen: [121]

'Naar aanleiding van uw voorstel van 30 mei 1951 om te geraken tot de stichting van een Instituut voor Grondslagenonderzoek en philosophie der exacte wetenschappen, berichten wij U, dat wij in beginsel daarmede instemmen.' Voor het instituut werd al direct door de gemeente geld gereserveerd.

De taak van het instituut was tweeledig: onderzoek en onderwijs. Daarbij kwam dan de moeilijkheid voor wie het door dit instituut te verstrekken onderwijs bedoeld was. Was het alleen voor wiskunde en natuurwetenschappen of moest het een bredere strekking hebben? Had dit onderwijs verplicht te zijn of alleen op basis van vrijwilligheid te volgen? Brouwer was al eerder bij een andere gelegenheid een voorstander van verplichting: [122]

'[D]e opleiding der studenten voor het doctoraal-examen in de wiskunde wederom in hoofdzaak te uniformiseeren en daarbij in het bijzonder voor alle candidaten een tentamen van eenigen diepgang bij beide vertegenwoordigers van het intuïtionisme [Heyting] en de symbolische logica [Beth] verplicht te stellen.'

Naast onderwijs voor Wiskunde en Natuurwetenschappen en voor de nog bij Letteren ondergebrachte filosofen had Beth vanuit zijn instituut nog bemoeienis met het methodologie-onderwijs bij de sociale wetenschappen. Last gaf de neiging bij Letteren en de Sociale Faculteit om methodologie- of filosofie-onderwijs te gaan geven buiten de filosofen om. Deze neigingen werden door de direct belanghebbenden, waaronder Beth, met kracht bestreden. De filosofen gingen er ook niet toe over onderwijs in de Franse taalkunde te verschaffen en daarin examens af te nemen. Een voorbeeld was de met Bethse en Oldeweltse protesten omgeven 'Inleiding in de Franse wijsbegeerte' en 'Verklaring van Franse philosophische teksten' door P. Dibon.[123] Uit latere stukken

[118]Brief R. Feys – Beth, 16 februari 1951, (Leuven).

[119]Brief J.L. Destouches – Beth, 29 maart 1951, (Blois).

[120]Brief Beth – K. Schröter, ?-?-1951, brief K. Schröter – Beth, 28 augustus 1951, (Berlin).

[121]Brief B&W Amsterdam – Beth (en A. Heyting), 23 april 1952 [in Heyting-archief].

[122]Brief L.E.J. Brouwer – C.G. van Arkel (voorzitster Wis- en Natuurkunde, UvA), 1 mei 1951, (Blaricum) [afschrift in Beth-archief].

[123]Brief Beth (en H.M.J. Oldewelt) – N.A. Donkersloot (voorzitter Letteren en Wijsbegeerte), 3 december

blijkt Dibon geïncorporeerd te zijn binnen het filosofieonderwijs. Voor de methodologie van de sociale wetenschappen valt G.J. Kruijer te noemen, die tot ongenoegen van Beth aanvankelijk zelfstandig met een methodologieproject was begonnen. Tenslotte nodigde hij Beth voor een forum uit, waar ondermeer het volgende ter sprake moest komen (het citaat heeft betrekking op de onderlinge relaties tussen verschillende sociologische vakken): [124]

'[I]s het zinvol een onderscheid te maken tussen materieel en formeel object? Is het zinvol een onderscheid te maken tussen het algemeen wezenlijke van gelijksoortige dingen en het eigen wezen van een ding. Heeft het begrip wezen nog een derde betekenis; in de zin van het existentieel wezenlijke van een enkel ding?' Beth had er geen trek in om dit forum bij te wonen.[125]

In dit kader kan ook niet de logicacursus, die N.G. de Bruijn bij wiskunde gaf, onvermeld blijven. Hier sprong Beth eveneens op in in verband met zijn door hem veronderstelde alleenrecht op het verstrekken van dergelijke onderwijs.[126] Wij zullen hier niet verder op het onderwijs ingaan.[127] Hier zal het onderzoek de hoofdrol spelen. Op het onderzoek door Beth zal hier eveneens niet worden ingegaan. Dat is al afdoende gebeurd in andere geschriften. Wel van belang zijn Beths buitenlandse gasten en promovendi.

Ook belangrijk was de samenwerking tussen Beth en zijn promovendi en vooral de buitenlandse gasten. De gasten verbleven vaak voor enige tijd in Amsterdam om o.a. met Beth samen te werken. Tarski was veelvuldig in Amsterdam te vinden: 1950, 1953, 1954, 1955 (zelfs twee maal).[128] Verder de Amerikanen S.C. Kleene, R. Vaught, R. Montague en L. Henkin (1954–1955) [129]. Kleene was vanuit tweeërlei opzicht voor Amsterdam van belang. Kleene had bijdragen geleverd aan het intuïtionisme met zijn recursietheorie en de door hem bedachte op recursie berustende notie van 'realiseerbaarheid' voor de semantiek van de intuïtionistische logica. Bovendien heeft hij een vereenvoudiging van Gentzens sequentencalculus gegeven, waar Beth zijn tableaus op gebaseerd heeft. In 1951 kwam de in Algiers woonachtige Fransman Fraïssé naar Amsterdam om zich verder te bekwamen in de logica met haar semantiek, de theorie van de relaties — in de verzameling-theoretische zin — en de intuïtionistische wiskunde.[130] L.E.J. Brouwer verbleef gedurende Fraïssé's aanwezigheid in Zwitserland. Hierdoor had Fraïssé met Heyting te maken. De belangstelling van Fraïssé voor relaties leidde tot zijn dissertatie Fraïssé (1953), en later tot het boek Fraïssé (1986). In 1957 bracht de Fransman M. Guillaume enige tijd door in Amsterdam voor logica-onderzoek; Beth was echter tezelfdertijd verbonden aan de universiteit Johns Hopkins te Baltimore in de Verenigde Staten, dus uithuizig.[131] Guillaume's werkzaamheden strekten zich uit

1955.

[124]Brief G.J. Kruijer – Beth, 20 mei 1955, (Amsterdam).

[125]Brief Beth – G.J. Kruijer, 21 mei 1955.

[126]Zie de Bruijn (2008).

[127]Beths onderwijs komt uitvoeriger aan de orde in mijn rapport over het reilen en zeilen bij wijsbegeerte en de Centrale Interfaculteit.

[128]Brief Beth – Afdeling Hoger Onderwijs OK&W, 12 november 1955.

[129]L. Henkin: persbericht No. 1, brief Beth – Afdeling Hoger Onderwijs OK&W, 12 november 1955.

[130]R. Fraïssé, 'Rapport sur le séjour en Hollande' –dd. Amsterdam, le 21 mai 1951.

[131]Brieven M. Guillaume – Beth, 13 juli 1957, 11 april 1957, Amsterdam (met een onderzoeksrapport);

over alle aspecten van de tableaus,waaronder de constructie van de Beth-modellen voor intuïtionistische logica, en later in het kader van modale logica de daartoe door Beth in navolging van Kripke opgezette tableaumatige wereldensemantiek. In het kader van het Séminaire Bourbaki gaf de dan door de CNRS gesubsidieerde Guillaume een voordrachtenreeks over 'Les tableaus sémantiques du calcul des prédicats restreint; d'après une méthode mise au point par E.W. Beth'. Later maakte Beth zijn afwezigheid gedurende Guillaume's verblijf in Nederland goed door op 27 september 1960 als lid van de promotiecommissie van Guillaume aan de universiteit van Clermont te Clermont-Ferrand aanwezig te zijn.[132] Tenslotte nam nog in het cursusjaar 1960 – 1961 L. Linsky — associate professor of philosophy aan de universeit van Illinois — aan het onderwijs deel.[133] Zijn bijdrage bestond uit semantiek en taalfilosofie met daarnaast de geschiedenis van de analytische wijsbegeerte in Engeland tussen de beide wereldoorlogen.

Maar niet alleen zuiver technisch onderzoek werd er op het Instituut verricht. Door H.L. Mulder werd een onderzoek naar de geschiedenis van de Wiener Kreis over de periode 1923 – 1938 aangekaart. Met behulp van ZWO werd dit gefinancierd.[134] Het plan van Mulder was om de culturele en politieke achtergronden, het verband met andere aspecten van wetenschapsbeoefening (de Oostenrijkse school in de economie, de psycho-analyse, e.d.) en de invloed, die van de Wiener Kreis tijdens haar relatief kort bestaan is uitgegaan, te onderzoeken. De werkzaamheden van Mulder mondden in de loop der jaren uit in een bijeengaren van correspondentie en ander materiaal van de Wiener Kreis en tenslotte in het oprichten van een Wiener Kreis Archief.[135]

Als eerste promovendus van Beth (en daarmee in de Nederlandse logica) fungeerde de Canadees P.C. Gilmore met een op de negatievrije wiskunde van Griss geënte dissertatie Gilmore (1953) in 1953. Hiertoe was Gilmore gedurende langere tijd op het Instituut aanwezig. Zijn onderzoek had te maken met een stringentere manier van het bedrijven van intuïtionisme, waar Brouwer het niet mee eens was gezien diens reactie op de denkbeelden van Griss. De volgende promovendus bij Beth was K.L. de Bouvère in 1955. Deze deed aanvullend onderzoek naar Beths definitiestelling. Hierna volgde J.J. Mulckhuyse met een mothodologisch onderzoek op het gebied van de chemie in 1960. Dit was de eerste promotie bij Beth van een onderzoek in de methodologie van de exacte wetenschappen buiten de wiskunde en logica. In dat opzicht zouden er nog twee volgen: J.J. Broeder in 1963 en J.A. Stommel in 1964. In het kader van de verbreding van Beths bezigheden kan men de door hem van Reichling overgenomen taalkundig gerichte dissertatie van F. Balk-Smit Duyzentkunst in 1963 noemen. In 1963 kwam ook de dissertatie van W.A. Verloren van Themaat uit. Deze dissertatie had Beth de nodige hoofdbrekens bezorgd, maar is uiteindelijk toch verschenen. Verloren van Themaat gaat daar in op wiskundig kenvermogen en ruimtelijke voorstelling. Hiermee sloot hij aan op al eerdere belangstelling van Beth, zij het dat hij de probleemstelling op een andere wijze aanpakte.

---

brief Beth – M. Guillaume, 19 mei 1957, Baltimore, U. Johns Hopkins.

[132] Brief P. Samuel (rapporteur van de Jury) – Beth, 19 september 1960, (Clermont-Ferrand).

[133] Brief Beth – J.C. Kamerbeek (Voorzitter L&W), 23 mei 1960 (met toegevoegd 'statement of proposed activity'); brief J.C. Kamerbeek – Beth, 30 maart 1960; brief A.W.H. v.d. Herk (voorzitter Wis- en Natuurkunde) – Beth, 13 mei 1960; brief Beth – A.W.H. v.d. Herk, 18 mei 1960.

[134] Brief Beth – ZWO, 11 augustus 1961.

[135] Wiener Kreis Archief: tegenwoordig in het Noord-Hollnds Archief te Haarlem.

Een aantal deelnemers aan het nog te bespreken Euratom-project stond eveneens op de promotielijst van Beth. Ook niet tot zijn groep behorende stafmedewerkers in Ispra, zoals F. van Scheepen en het hoofd van het rekencentrum aldaar, P. Braffort, waren bezig hiertoe inspanningen te verrichten. Door de plotselinge dood van Beth is dit promotiewerk niet meer afgehandeld en moesten mensen hun toevlucht tot anderen nemen. In dit verband valt de door Heyting overgenomen historische dissertatie van Mooij, (Mooij, 1966), over Poincaré's filosofie van de wiskunde te noemen. Van de promovendi en gepromoveerden hielden R. Fraïssé, M. Guillaume en J.J.A. Mooij lezingen tijdens het E.W. Beth Memorial Colloquium.[136] Tenslotte valt er nog te verwijzen naar het voor een deel onder Beths Euratom voorbereide dissertatie van S.C. van Westrhenen in 1969: statistisch en waarschijnlijkheidstheoretisch onderzoek op bewijsbaarheid annex bewijslengte in de logica —uitgevoerd onder Peremans aan de TU Eindhoven.

Als afsluiting kan men het stuk 'The Institute for the Foudations and the philosophy of the exact Sciences'. van Beth uit 1961 gebruiken. In 1964 stierf Beth, dit stuk geeft een laatste verslag over zijn instituut door Beth over de periode van zijn beheer —op min of meer de laatste twee jaar na. Hierin gaat hij heel globaal in op de stichting (aanvraag door Beth en Heyting), de traditie en voorlopers (Brouwer en Mannoury), en de resultaten.[137] Het stuk bestaat uit twee delen: één deel over het instituut zelf, het andere deel over zijn binnengehaalde Euratom-project.[138]

'The *Institute for the Foundations and the Philosophy of the Exact Sciences* of the University of Amsterdam was established in 1952 as a result of a proposal made by Professors E. W. Beth and A. Heyting and supported by the Faculty of Science. Professor Beth became its director. Its staff consisted at first of a junior assistent; it was recently enlarged by the appointment of an instructor. The Institute still occupies a room in the Mathematics Institute but it will obtain more adequate facilities in the planned new buildings of the Faculty of Science. Further development of the staff is considered.

The purpose of the initiators has been to establish a center for the continuation and the development of scientific traditions created at the University of Amsterdam by Professor Brouwer and the late Professor G. Mannoury. The Institute operates as a separate unit; its facilities include in particular a specialized library. It maintains contacts with various other groups within the University; the co-operation with the Mathematical Institute and with its director, Professor A. Heyting, has always remained especially close.

The activities of the Institute comprise: teaching (mainly on an advanced level) research, documentation, and the maintenance of international scientific contacts. The following domains are covered: mathematical logic, foundations of mathematics, scientific method, philosophy of mathematics and natural science, analytic philosophy, history of logic. In the course of the years, many distinguished scholars from abroad have accepted an invitation to lecture at the Institute and several foreign students have

[136] E.W. Beth Memorial Colloquium, Logic and foundations of science (Paris, Institut Henri Poincaré, 19 – 21 May 1964), (ed. JL Destouches), Dordrecht (Reidel), 1967.

[137] E.W. Beth, 'The Institute for the Foudations and the philosophy of the exact Sciences'. Dagtekening: november 1961; stencil. Al eerder gepubliceerd als Beth (2008).

[138] Vanwege deze tweedeling is ook hier het stuk in twee delen geknipt: het ene deel hier, het andere in de sectie Euratom.

used its facilities.'

Na het overlijden van Beth maakte men tijdens de cursus 1965 – 1966 als tussenoplossing gebruik van R.M. Montague uit de Verenigde Staten en van de Pool A. Grzegorczyk.[139] Het dienstverband van Grzegorczyk liep van 1 september 1965 tot en met 31 december 1965, dat van Montague van 1 januari 1966 tot en met 31 augustus 1966. Beiden was de tijdelijke leeropdracht 'De logica en haar geschiedenis en de filosofie van de exacte wetenschappen' gegeven. Per 1 september 1966 werd Beths kennis H.B. Curry uit de Verenigde Staten benoemd tot hoogleraar. Tijdens het interregnum werd een deel van het onderwijs verzorgd door J.J.A. Mooij voor de methodologie, E.M. Barth en K.L. de Bouvère voor de logica en A. Heyting voor grondslagenonderzoek van de wiskunde.

Onder H.B. Curry bleef Beths instituut min of meer in de oude staat doorbestaan. In de zeventiger jaren, onder het beheer van Curry's opvolger M. Löb, viel het doek. Instituten werden in die tijd opgeheven en tot vakgroepen teruggebracht (een universitair bestuurlijk modeverschijnsel). Löb wilde met een vakgroep logica volledig naar wiskunde overstappen. J.F.A.K. van Benthem, later min of meer de opvolger van Löb was hierop tegen. Het compromis was een interfacultaire vakgroep met Löb bij wiskunde en Van Benthem bij filosofie.

4 Euratom-contract

Het Euratom-contract was een verbintenis tussen Euratom en het Instituut voor Grondslagenonderzoek —met instemming van de UvA en de Faculteit Wis- en Natuurkunde. Beth wist al door de jaren heen af van de financiering van onderzoek door niet-universitaire instellingen. Het Mathematisch Centrum, waar hij nogal eens mee te maken had, ging dit soort van contracten veelvuldig aan.[140] Ook zijn Amerikaanse kennissen lieten zich vaak op deze wijze van geld voorzien. Het Euratom-contract was echter niet het type contract, zoals door het Mathematisch Centrum met bedrijven werd afgesloten. De doelstellingen waren vager en er werd niet meteen een kant en klaar product verwacht. Het was meer een langlopend project, dat ingepast werd in een groter geheel van projecten. Hiervan verlangde men niet dat er meteen pasklare resultaten uit zouden voortvloeien. Wel werden de resultaten over een aantal jaren bekeken en moest men met iets komen om de verdere subsidies veilig te stellen. Samenwerking met groepen, die met vergelijkbare projecten bezig waren, werd op prijs gesteld. Voor de regeling van dergelijke zaken had men te maken met overkoepelende directoraten. Voor Beth was het aangenaam om met een groep mensen te kunnen werken, die duidelijk groter was dan de paar mensen op zijn eigen instituut. Het bracht vanwege de door Brussel bijgehouden bezigheden wel met zich mee dat hij die groep strak in de hand moest zien te houden en daar resultaten uit moest persen. Daarnaast kreeg hij te maken met de gebruikelijke administratieve rompslomp en rapportenschrijverij. Gelukkig was Beth al het nodige gewend geraakt tijdens zijn vele organisatorische bezigheden in het verle-

[139] Voor Montague en Grzegorczyk, zie Extract boek der besluiten curatoren UvA, 10 mei 1965, code B8-1605A (Montague) en B8-1604A (Grzegorczyk), [in Beth-archief].

[140] Voor uitgebreide besprekingen hiervan, zie Alberts (1987, 1998).

den.

Dat men bij Beth terechtkwam met een plan om onderzoek te doen naar onder andere beslissingsprocedures was gezien een deel van het door Euratom uitbestede werk zo vreemd nog niet. Het was een tijd, waarin de bruikbaarheid van rekenapparatuur, gekoppeld aan natuurkundig werk, steeds groter werd. De ontwikkeling van goede programmatuur en programmeertalen deed meer en meer van zich horen. Beths bezigheden waren wel meer theoretisch van aard, maar sloten ook aan bij andere door Euratom onderhouden groepen, die zich bezighielden met de relatie tussen natuurlijke talen en wiskunde. Aldaar werd de ontwikkeling van vertaalmachines in navolging van diverse projecten in de Verenigde Staten ter hand genomen.[141] Voor een wetenschappelijk gezelschap, dat in meerdere talen het woord tot elkaar richt, is het automatisch in elkaars talen kunnen overzetten van documenten erg prettig. Maar niet alleen in het Europese wetenschappelijke centrum Ispra kon men daar profijt van hebben, ook het ambtelijke apparaat in Brussel zou ermee gediend zijn. Vanuit Brussel probeerde men Beth te interesseren voor samenwerking met een door L. Hirschberg geleide linguïstische getinte groep aan de Université Libre de Bruxelles. Ook bij het onderzoeksproject van Beth zou later een linguïstisch georiënteerde deelgroep te zien zijn. Deze hield zich vooral met het Chomskiaanse erfgoed bezig en niet zozeer met een statistische analyse zoals Hirschberg voorstond. Enigzins hiervan afwijkend is het algebraïsch-taalkundig onderzoek van M.P. Schützenberger en N. Chomsky.

Daarnaast had men binnen Euratom vanwege het enorme papieraanbod ook belangstelling voor het automatiseren van opslag en verwerking van documenten. Wederom zou dit ook voor het Brusselse administratieve apparaat van belang kunnen zijn. Verder had men werkzaamheden op het gebied van toepassingen van de wiskunde, numerieke wiskunde en op rekentuig toegesneden wiskunde (dit zou later in het kader van krimpend budget voorrang verkrijgen boven tal van andere onderzoeksvelden). Maar niet alleen binnen een werkkader van Euratom vallen dergelijke bezigheden in te passen. Ook binnen de logica hield men zich al bezig met zaken zoals snel en automatisch bewijzen.[142]

Beth zelf was al langere tijd bezig met na te denken over een mechanisatie en de heuristiek van het bewijzen. Volgens hem waren bepaalde bewijsmethoden, die lijken op semantische tableaus en afleidingen, al te vinden bij Aristoteles, Descartes, Locke, Berkeley, Hume, Kant en de Catalaan Lullus. Al in een drietal artikelen van Beth — Beth (1955, 1956*c*, 1957*b*) — komt een 'logische machine' ter sprake zonder dat hij al werkelijk — 'I am not primarily interested in technological matters' — aan een realisatie hiervan dacht. Het bezoek, dat Beth in 1957 aan het Summer Institute for Symbolic Logic, Cornell University bracht, was in dit opzicht stimulerend voor hem. Hier hoorde hij H. Gelernter met 'Theorem proving by machine', maar ook Robinson met zijn 'Proving a theorem, as done by man, logician, or machine' (Robinson, 1957).

[141] Zie voor vertaalprojecten: Hutchins (1986), waarin Euratom-vertaalmachine (Cap. 5.6, Research in Belgium (1961 – 1964), pp. 130–131), en Georgetown (Cap. 4.3, Georgetown University (1952 – 1963), pp. 70–77). Voor het vervolg hiervan, zie eveneens Hutchins (1986), hfdst. 11 Other indirect systems, 1965 – 1975, subhoofdst. 11.1 Euratom, European Scientific Data Processing Centre (CETIS), Ispra (Italy) (1967 – 1975), pp. 202–202.

[142] Een algemene indruk van onderzoek betreffende dit onderwerp wordt gegeven in Beths 'Observation sur un projet de recherche' (een in de tekst vermelde datum geeft 1961 aan).

Hier leerde Beth verder het bestaan van de door Shannon als promotor afgehandelde dissertatie van Trenchard More met zijn op tableaus berustende bewijsmachine kennen. Dit alles droeg daarna bij tot het schrijven van 'On machines which prove theorems' (Beth, 1958*b*).[143]

4.1 Ambtelijke beslommeringen

Er blijven twee hoofdlijnen over: ten eerste de organisatorische en administratieve kant van het project, en ten tweede de doelstellingen van het onderzoek met de wijzigingen door de jaren heen, en de verwerkelijking daarvan.

Een vraag, die men kan stellen, is: hoe kwam Beth aan dit project? Dit is een moeilijk te beantwoorden. Over het begin van het project geven de archiefstukken van het Beth-archief geen uitsluitsel. In het Beth-archief is geen enkele actieve bemoeienis van Beth te vinden om een dergelijk project binnen te halen. Het archiefmateriaal begint bij een bezoek van Gazzano van Euratom aan Beth met zijn aanbieding van het Euratom-project. De indruk is derhalve dat dit Beth overkwam. Ook de namen van de diverse mensen van de kant van Euratom, waar Beth mee te maken kreeg, komen voordien ook niet in het Beth-archief voor. Navraag bij oudgedienden aan het project leverde ook niets op. Beth had het project en ging op zoek naar medewerkers, en nam ook 'met mij' contact op. Van wat daar achter stak wist men niets en interesseerde ook niemand: men kon aan het werk aan een wetenschappelijk project, en dat was prettig, de rest was een zaak van Beth en die deed daar blijkbaar geen mededelingen over, zo hij zelf al wist.

Visser (1995) doet wel een poging tot verklaring. Volgens hem zou het project vooral te danken zijn aan de correlatie, die Beth aan P. Braffort heeft trachten duidelijk te maken en waar Braffort blijkbaar op in ging, en wel die tussen de opbouw van logica en taal. Dit was zo vreemd niet in een periode, waarin het werk van Chomsky overal als iets nieuws en veel omvattend besproken werd. Men kan dan machinetalen met natuurlijke talen en met formele logica gaan vergelijken. En toevallig wist Beth het nodige over de logica en had hij beslissingsprocedures op dit gebied bedacht met zijn tableaus. Maar ook hier worden geen echte bewijzen geleverd hoe de zaak werkelijk is gegaan.[144]

Beth had natuurlijk wel een wetenschappelijke naam binnen de zes landen van de Kolen- en Staalgemeenschap, in de latijnse landen, zoals Frankrijk, België, Italië, Luxemburg, maar ook in Noord-Europa, zoals Duitsland en Nederland. Hij beschikte over een groot netwerk, hij zat overal in: in organisaties, in de redactie van vele internationale wetenschappelijke bladen en boekenreeksen. Bovendien was zijn wetenschappelijk werk de kant uitgegaan in juist die richting, waarin men blijkbaar mensen

[143]Voor een uitvoeriger beschrijving, zie van Ulsen (2000).

[144]Er is nog een nadere nog niet gestaafde verklaring door Th. Janssen aangedragen op het projectcolloquium van 19 juni 2014. Volgens hem maakte men van Euratom te Ispra nog niet voldoende gebruik van de aldaar aanwezige rekenmachines. Om deze toch te benutten heeft men volgens hem diverse projecten opgezet waaronder het project van Beth. Hiermee zou verband kunne houden dat mne zo de nadruk legde op het gebruik van rekenapparatuur. Volgesn G. Alberts en Th. Janssen gezamenlijk zou dit ook samen kunnen hangen met het Euratom-gebruik van de IBM 7090 Stretch A —een van de zwaarste machines op dat moment.

zocht. Voor Beth zelf was dit natuurlijk een mooie beloning en genoegdoening voor al zijn werk en zijn kleine instituut, waar men op een houtje moest bijten. In die tijd had Euratom prestige, dit project was meer dan een Spinoza-prijs van tegenwoordig. Voor Beth kwam het project op het juiste moment: niet lang voor zijn overlijden viel dit hem te beurt en kon hij er aan werken en richting aan geven. Het afmaken kon hij dus niet, maar ook niet A.Heyting, die hem opvolgde als directeur van het project. Bezuinigingen bij Euratom sloegen toe, en als eerste hadden de aangenomen projecten daaronder te lijden.

Op 14 april 1960 kreeg Beth bezoek van A. Gazzano van Euratom, vergezeld van een medewerker.[145] Dezen deelden Beth mee dat men bij Euratom van plan was onderzoeksprojecten van verschillende soort en in meerdere landen te gaan financieren. Voor Nederland had men daarbij de logica, en in het bijzonder Beth, op het oog. Deze gedachten van Euratom stonden Beth wel aan en op 14 april 1960 zond hij al een brief met onderzoeksvoorstellen aan Gazzano.[146] Gazzano ging accoord met Beths voorstellen en voegde hier met insteming van Beth nog het een en ander aan toe.[147]

De bedoeling was dat het een tweejarig contract zou worden. Over verlenging moest daarna onderhandeld worden. Ook het bestuur van de Universteit van Amsterdam en de gemeente Amsterdam konden zich in de plannen vinden.[148] Het ministerie van Onderwijs, Kunsten en Wetenschappen [OK&W] werd eveneens bij deze zaak betrokken, in het bijzonder over de inhoud van het contract. Een vraag was hoe de contracten er precies moesten uitzien. Beth, en met hem het ministerie, vond in den beginne de zaak enigzins vaag.[149] Er werd op 16 en 17 oktober 1960 in Amsterdam een vergadering voor een contract belegd, waar ieder, die iets van doen had met het op te starten project, aanwezig was. Van de kant van Euratom gaven P. Braffort, A. Gazzano, F. van Scheepen, D. Hirschberg en J. Larisse op deze 'réunion de travail' acte de présence.[150] Uit de mond van Braffort bleken de documentatie- en de vertaalmachine de wenkende toekomstperspectieven te zijn.

Van de Euratom-mensen, die in de tekst her en der ter sprake komen zat K.H. Meyer-Uhlenried bij het machinaal verwerken van documentatie, J. Larisse bij toepassingen van de wiskunde, P. Braffort was hoofd van de rekenafdeling bij Ispra en hield zich ook bezig met mathematische linguïstiek. Ook A. Gazzano zat in deze hoek. Y. Lecerf was tenslotte (mede)opsteller van talrijke rapporten over mathematische linguïstiek.

Het definitieve afsluiten van het contract verliep moeilijker. Beth wilde medewerkers aantrekken, maar kon ze geen zekerheid bieden. Beth wenste verder, omdat dit nu eenmaal beter werkt, zelf meer beslissingsbevoegdheden op administratief-bestuurlijk terrein. De op de vergadering aanwezige mensen van Euratom konden weinig geven,

[145]Brief Beth – Presidium UvA, 28 mei 1960.

[146]Brief Beth – A. Gazzano (Directie Onderzoek Euratom), 14 april 1960.

[147]Brief A. Gazzano (CETIS, Euratom) – Beth, 25 mei 1960, (Bruxelles).

[148]Toestemmingen: B&W van Amsterdam (van Hall (burgemeester), .?. (secretaris)) – Beth, 23 september 1960; B&W van Amsterdam (Van Hall (burgemeester), .?. (secretaris)) – Beth, 5 september 1960.

[149]Brief Beth – E.A.C. Meijlink (OK&W), 20 oktober 1960; brief Beth – J. Larisse (Directie onderzoek GRISA, Euratom), 13 oktober 1960. Octrooien en vaagheden: brief Beth – E.A.C. Meijlink (OK&W), 8 oktober 1960.

[150]Contractbespreking van 16, 17 oktober 1960, waarin deelnemerslijsten, notulering [in Beth-archief].

gebonden als ze waren door de instructies vanuit Brussel. Op dit punt van de vergadering werd Beth nijdig en bracht er volgens de notulen tegen in: [151] 'Dit is een kwestie van vertrouwen; het heeft niets met het contract te maken. Als het tegen het einde van de week niet geregeld is, dan komt er helemaal geen contract.' Op 20 oktober 1960 was Beth nog steeds in het ongewisse over de zakelijke kant van het contract. Gezien de uitgebreide organisatie waar Beth mee te maken kreeg was dit niet zo vreemd. Beths plaats in deze organisatie was nederig. In toenemende mate van onderhorigheid had men:

Euratom – Recherche – CCR – Ispra (Reactorcentrum) – CETIS (Centre du Traitement d'Information Scientifique) – Service Linguistique – GRISA – Groupe de Mathématique et Logique – Beth en de zijnen.[152]

Om iets meer inzicht te geven over de kontekst, waarin Beths groep werkzaam was, geven we nu een opsomming van enkele instellingen en werkgroepen, die direct onder CETIS vallen, daarbij worden ook de diensthoofden genoemd met een aantal van hen kreeg Beth te maken): [153]
1. Service linguistique; hoofd Leroy. Deze dienst valt uiteen in 1.1. GRISA, en 1.2. DOCA. 2.Service calcul; hoofd Gazzano. Deze dienst valt uiteen in 2.1 Analogique, electronic associates; hoofd Riotte. 2.2 Digital; hoofd Pozzi, met de machines: IBM 1620, IBM 7090 Stretch A en IBM 1401.[154]

Dan nu hetzelfde, maar uitgebreider en lager in de hierarchie: de groepen, die onder 1.1. GRISA vallen:
1.1.1. Groupe de mathématique et logique; hoofden: Larisse, Camion. Beths groep is een deelgroep van deze GRISA-groep 1.1.1. 1.1.2. Analyse grammaticale, machines à traduire; hoofd: Lecerf. 1.1.3. Études sémantiques; hoofd Detant. 1.1.4. Mathématiques appliqués, statistiques; hoofd Ihm.

Het lijkt een iets te langdurige opsomming, echter de groep van Beth had op zijn tijd met veel van deze diensten en groepen van doen: logica, taalanalyse, documentatie, vertaalmachine, rekenafdeling. Onder de dienst DOCA vielen dus de computers, waar ook Beth, en vooral Van Westrhenen, gebruik van moesten maken, i.h.b. de IBM 7090; zie later in dit stuk voor het optreden van de IBM 7090.

Het is best interessant om alles maar op te schrijven, zelfs Petten is nog ergens te vinden, en wel net onder CCR, en op dezelfde hoogte als Ispra, maar we zullen ons hier toch maar beperken. Alles geeft aan hoe Beth naar boven moest gaan in de organisatie, en dan weer naar beneden als hij iets gedaan wenste te krijgen. Het duizelt natuurlijk

[151] Verslag vergadering voor contractbespreking op 17 – 18 oktober 1960. [in Beth-archief].

[152] Hiërarchie Euratom, zie overzicht door P. Braffort tijdens contractbesprekingen van 17 – 18 oktober 1960. Verslag vergadering voor contractbespreking op 17 – 18 oktober 1960. GRISA: Groupe de Recherches sur l'Information Scientifique Automatique. CCR: Centro Commune di Ricerca (het gemeenschappelijke onderzoekcentrum te Ispra)

[153] Schema van P. Braffort op de algemene vergadering van 16 en 17 oktober 1960.

[154] DOCA: Automatic Documentation Centre; Documentation Automatique; voor DOCA werd o.a. de IBM 1401 gebruikt, zie hiertoe G. Lustig, K.H. Meyer-Uhlenried, Application de l'ordinateur IBM 1401 dans le domaine de la documentation automatique, Bruxelles, 1963. Opvallend is de IBM 7090 Stretch A. Tijdens het project-colloquium van 19 juni 2014 bracht G. Alberts naar voren dat deze rekenmachine indertijd een van de meest krachtige was. Hij sprak zijn verwondering er over uit dat deze strategisch belangrijke machine in die tijd door de VS aan Euratom in Ispra geleverd was. In die tijd woedde de koude oorlog.

de lezer, maar dat deed het ook bij de arme Beth. Maar dit is dan nog de hiërarchie die om de wetenschappers was heengesponnen. Daarnaast had men ook de ambtelijke en politieke afdelingen met hun eigen hiërarchieën in het Brusselse. En daar kwam voor Beth het geld vandaan: zelden op tijd of helemaal niet.

Er diende volgens het, zoals te verwachten was, pas zeer veel later afgehandelde contract heel veel gerapporteerd te worden door de leiding, dus door Beth —kwartaalrapporten, eindrapporten, aanvullende rapporten— maar ook door de medewerkers. Verder verlangde men dat er minutieus met de geldmiddelen zou worden omgesprongen. Het was niet mogelijk om een potje binnen het budget van het ene doel door te schuiven naar een ander doel, verder moest men binnen de afgesproken ramingen blijven. Ook voor het aanstellen van de medewerkers wenste men dat Beth precies te werk ging. Er was geen ruimte binnen het contract vastgelegd voor financiering van publicaties van de eenmaal bereikte resultaten.[155] Dit had tot gevolg dat de resultaten in allerlei tijdschriften, bundels, boeken en stencils verschenen. Volgens A. Heyting zijn er over de gehele periode ongeveer 50 rapporten uitgekomen.[156] Voor de eerste 17 rapporten is er een soort bijeengebonden stencil-uitgave verschenen, CETIS (1961). Pas na het ontbinden van de groep heeft men van de kant van Euratom voor een uitgave gezorgd voor een deel van de daarop volgende rapporten, Automation (1968). Hierdoor is er niet een volledig beeld van de behaalde resultaten aanwezig in een rapportenserie of een boekwerk .

Al met al was de mogelijkheid om zelf nog enige veranderingen in het eenmaal vastgelegde organisatorische en zakelijke beleid aan te brengen gering. Daarnaast waren er enkele moeilijkheden vanwege de door het Amsterdamse gemeentebestuur geëiste geldbedragen voor het gebruik van werkruimte en bibliotheek. Dit was een zaak waar men het in Brussel niet mee eens was. De mogelijke octrooien en verworven kennis zouden Euratom — de Europese Gemeenschap — ten goede moeten komen. Aan het afstaan van octrooien tilde Beth niet zo zwaar: [157]

‘De bepalingen terzake van octrooien, licenties e.d. zijn weliswaar tamelijk onereus, maar dit weegt voor mij niet zwaar, want de bijzondere aard van mijn onderzoek doet op korte termijn geen economisch of industrieëel exploiteerbare uitkomsten verwachten.’

Overigens had Beth geen reden tot echte klachten. Men liet hem in wetenschappelijk opzicht tot op zekere hoogte de vrije hand: [158]

‘*M. Braffort* verklaart dat ze nu in staat zijn om het uiteindelijke contract voor te bereiden. De tekst zal moeten bestaan uit:

1. een administratief deel;
2. een wetenschappelijk deel, bestaande uit:
    a. de ontwikkeling van reeds bestaand onderzoek onder Uw [Beths] leiding

[155]Geldelijke speelruimte: brief K.H. Meyer-Uhlenried (CETIS, Euratom) – Beth, 5 augustus 1960, (Brüssel).

[156]Brief A. Heyting – J.C. Eeckhout (Euratom), 24 mei 1965.

[157]Brief Beth – E.A.C. Meijlink (OK&W), 8 oktober 1960.

[158]Braffort op de algemene vergadering op 16, 17 oktober 1960 volgens de notulen (Beth-archief).

b. nieuwe studies van problemen, gespecificeerd door ons. Hierbij moet er een zekere marge zijn, opdat U niet te veel gebonden bent. Deze nieuwe problemen moeten berusten op een accoord tussen U en ons. Wij geven U een reeks problemen; U kiest daaruit diegenen, die U interesseren en waarvoor U specialisten heeft.'

Zoals te verwachten verliep het contact met de wetenschappelijke afdelingen van Euratom sneller en had meer resultaat dan met het ambtelijke apparaat, waar de contractvoorbereiding onder viel.

Tot dan toe waren er ook weinig directe contracten van Euratom met binnen Nederland gevestigde instellingen geweest. Buiten Beth was dit een drietal.[159] Er was een contract met TNO voor medisch-biologisch onderzoek en de KEMA in verband met de constructie van een suspensiereactor. Lopend waren er onderhandelingen met de TH Eindhoven in verband met onderzoek op het gebied van warmte-overdracht; ook daar heerste er een zekere malaise in verband met de aangedragen bepalingen van de kant van Euratom. Iets later zou een aan Beths bezigheden verwant onderwerp ook bij CETIS, en wel in de periode 1 april 1961 tot 1 april 1963, worden ondergebracht. Het was volgens Visser (1995, p.106) onderzoek door het duo Max Euwe (voormalig wereldkampioen schaken, later hoogleraar in de informatica) en A.D. de Groot (met publicaties op het gebied van het denken van de schaker). Het onderzoek ging over computer en schaakspel: het spelen van een partij schaak door een electronische informatieverwerkende machine. De bedoeling was iets dergelijks practisch uit te werken, en geen theoretische bespiegelingen te houden.

4.1.1 De contracten

Eerste contract. Tenslotte werd het contract getekend op 14 december 1960 en de persberichten konden eindelijk de deur uit.[160] De looptijd was twee jaar te rekenen vanaf 15 december 1960: dus over 1961 en 1962. De UvA werd vertegenwoordigd door de directeur van het Instituut voor Grondslagenonderzoek [Beth] krachtens een hem door de rector magnificus van de UvA, J. Kok, op 15 juli 1960 verleende machtiging. Deze contractafsluiting resulteerde in stukjes in diverse dagbladen zoals Het Parool, de Nieuwe Rotterdamsche Courant en tenslotte Beth zelf in de Volkskrant.[161]

Het personeel gedurende het begin van het project bestond naast E.W. Beth als projectleider grotendeels uit in deeltijd werkend personeel. E.M. Barth en J.J.F. Nieland waren als coassistent betrokken. verder had men als wetenschappelijk ambtenaar S.C. van Westrhenen, Th. Bruyn en P.H. Krijgsman. Iets later kwam A. Ghose hierbij. Weer wat later gedurende deze periode kwamen als medewerkers K.L. de Bouvère, B. Germansky en W.A. van der Moore, later P.A.M. Seuren, en als coassistenten D.H.J. de Jongh, J.N. Bastiaans, J.A.W. Kamp, G. Bijtel, J. Smits, en heel laat P. Pijl, er bij. De Bouvère zou bij tijd en wijle Beth tijdens ziekte (1962) vervangen, A. Heyting werd

[159] Brief E.A.C. Meijlink (OK&W) – Beth, 27 september 1960, ('s-Gravenhage).

[160] Onderzoekscontract tussen de Europese Gemeenschap voor Atoomenergie (Euratom) en de Universiteit van Amsterdam, dd. 14 december 1960 te Brussel (Contractno. 010-60-12 DOH).

[161] Krantenberichten: Ontwikkeling van 'denkmachine' wordt voorbereid, *Het Parool*, (8 maart 1961); de Kool (1961); Beth (1961*b*).

in 1962 al ingeschakeld om als adviseur op te treden. Later vervulde ook F. Staal een functie van adviseur. Heyting nam na Beths overlijden diens directoraat over. Per 1962 vielen Ghose en Krijgsman al weg, evenals iets eerder Barth en Nieland. De medewerkers-assistencombines waren nu Beth met De Jongh, Kamp met De Bouvr̀e en Bastiaans met Van Westrhenen.

Tweede contract. Het tweede contract had een looptijd van een jaar: het omvatte 1963. Naast bijgestelde geldbedragen en onderzoeksdoeleinden bleven min of meer de bepalingen van het eerste contract van kracht.[162]

Bij het tweede contract, en meer nog bij het derde contract, zou het ambtelijke en administratieve apparaat van Euratom hard toeslaan. Alles werd in een zeer laat stadium besloten en het ondertekenen van de contracten gebeurde over tijd. Dit had tot gevolg dat Beth het zeer moeilijk had door de onzekerheid met betrekking tot de geldelijke middelen. Zolang het contract niet ondertekend was, lag niets echt vast. Daarbij wilde hij wel graag enige continuïteit in het onderzoek en medewerkers. Beth ging er toe over telegrammen met noodkreten te versturen naar F. van Scheepen van de CCR te Ispra en naar M. Carpentier van de contractdienst van het directoraat onderzoek en onderwijs te Brussel.[163] Van Carpentier kreeg Beth een telegrafische contractverlenging tot 31 december 1963 terug.[164] Beth kreeg per brief van 25 april 1963 de contracten ter ondertekening toegezonden.[165] Ook nu had Beth in Amsterdam wederom het toestemmingscircuit af te werken. Ditmaal benodigde hij de door de vernieuwingen in het onderwijs ingestelde curatoren en niet meer de rector-magnificus voor de toestemming tot bekrachtiging van het contract.[166] Te Ispra zou nu ook een programmeur, H. Fangmeyer, voor de werkgroep worden neergezet om het rekenwerk te verzorgen.[167] Ispra was in de eerste plaats bedoeld voor het opzetten en werken aan een atoomcentrum, maar ook was te Ispra het directie-onderdeel van Euratom gevestigd, waar Beth onder viel. In een krant werd van Ispra als volgt melding van gemaakt onder de kop ‘Te Ispra werken Europeanen aan een ietwat dubieuze reactor’: [168]

‘Dicht bij de oostelijke oever van het Lago Maggiore ligt een groot multinationaal atoomcentrum. Het is het belangrijkste, althans het grootste deel van het Gemeenschappelijke onderzoekscentrum dat Euratom volgens zijn oprichtingsverdrag moet exploiteren. Er werken hier op dit ogenblik ongeveer 1250 mensen van zes nationaliteiten gezamenlijk en veeltalig aan de verbreiding van kernenergie. Ongeveer tachtig

[162]Overeenkomst tussen de Europese Gemeenschap voor Atoomenergie en de Universiteit van Amsterdam, (Contractno. 032-62-12 CETN), dd. 15 mei 1963 te Brussel, met bijlagen en lopende van 15 december 1962 tot en met 31 december 1963. Dit is met terugwerkende kracht. De UvA werd vertegenwoordigd door Beth als directeur van het Instituut voor Grondslagenonderzoek krachtens een hem door de Curatoren van de UvA verleende machtiging.

[163]Telegram Beth – F. van Scheepen, 24 januari 1963 (12 uur 40), (Amsterdam) en Van Scheepens reactie telegram F. van Scheepen – Beth, Ispra, 28 januari 1963; telegram Beth – Carpentier, 24 februari 1963 (22 uur 19), (Amsterdam)

[164]Telegram Carpentier – Beth, ?-?-1963, (Brussel).

[165]Brief M. Carpentier (contractdienst directoraat onderzoek en onderwijs Euratom, Brussel) – Beth, 25 april 1963, (Brussel).

[166]Curatoren UvA – Beth, 2 mei 1963. Brief Beth – Curatoren UvA, 24 maart 1963 (ontwerp contract).

[167]Aanstelling Fangmeyer: brief F. van Scheepen – Beth, 1 maart 1963, (Ispra) en brief Beth – van Scheepen, 9 maart 1963.

[168]*De Nieuwe Rotterdamsche Courant* van 18 april 1962 [knipsel van Beth].

procent van de inspanningen van het centrum is gericht op de ontwikkeling van een nieuw reactortype.'

Derde contract Gezien dit tijdsverloop was het zo langzamerhand van belang om met het volgende contract voor 1964 te beginnen. Op 15 september 1963 vroeg Beth bij de programmaleiding bijdragen voor twee jaar aan met een begroting van f. 150.000,- per jaar voor zestien man en twee adviseurs.[169] Het derde contract had naar Beths bedoeling over 1964 en 1965 moeten lopen. Maar deze keer zag het er niet zo best uit voor het verdere verloop van het programma. Op 12 november 1963 was nog nergens zicht op. Het werd nu moeilijk de mederwerkers nog langer aan te houden. Vandaar enkele noodbrieven, die Beth de deur uitstuurde. Eén op 19 november 1963 aan J. Larisse van CETIS (Euratom CCR), en buiten de hiërarchie om een brief naar L. Loeff, een kabinetschef in het Brusselse.[170] Uit het antwoord van 20 december 1963 van Loeff blijkt dat pas op 18 december 1963 het budget voor onderzoek en investeringen definitief door de raad van de ministers was goedgekeurd. Zodoende konden de betrokken directies niet eerder voorstellen doen over het sluiten of verlengen van onderzoeksvoorstellen.[171] Het zou echter van dat moment A. Heyting zijn, die het verdere contact met Brussel moest onderhouden.

Uit dit alles blijkt dat er wrijvingen bestonden tussen het wetenschappelijke en ambtelijke front. Sommige zaken gingen ook de ambtenaren te boven, zoals het doen en laten der politici. Volgens het dagblad De Telegraaf waren er tal van punten van onenigheid. Op 25 maart 1963 maakte deze krant melding hiervan onder de kop 'Het gist in Ispra, opstandigheid in atoomcentrum', gevolgd op 29 maart 1963 met 'Onbehagen in atoomcentrum, gewetensconflicten aan Lago Maggiore'.[172] Het blijkt dat men daar bezwaren koesterde tegen het ambtelijke apparaat. Onder de kop 'Autocratische Organisatie' valt te lezen dat:

'Hoewel dit beweerde 'gebrek aan democratische gezindheid' een van de grootste grieven van de critici te Ispra vormt, richt de kritiek zich ook op andere punten, zoals de 'lange-afstandsbesturing' die vanuit het hoofdkwartier te Brussel op Ispra zou worden toegepast. 'Voor elk voorstel van enig belang moet eerst het fiat van Brussel worden verkregen' aldus de critici. 'Gezien de langzame postverbinding en de monsterachtige bureaucratie in Brussel kunnen daar weken mee gemoeid zijn, in welke tijd men in Ispra in feite duimen zit te draaien.[173] [...] Ook wat de organisatie betreft ontbreekt het in Ispra niet aan klachten: 'Euratom zou als een modern bedrijf georganiseerd moeten zijn, dat naar een bepaald, concreet doel toewerkt. In de praktijk wordt Euratom echter beheerd als een departement van bestuur. Als Euratom een commerciële onderneming was, zou het met deze wijze van bestuur allang failliet zijn. [...] Ontevredenheid over organisatorische fouten, over een 'groteske' paperassenwinkel en andere vormen

[169]Brief Beth – Commissie Euratom, programmaleiding, Directoraat-generaal Onderzoek en Onderwijs, 15 september 1963.

[170]Brief Beth – J. Larisse, 19 november 1963 (CETIS, Euratom CCR) en brief Beth – L. Loeff (Kabinet van de Europese Commissaris, Kabinetschef), 12 november 1963.

[171]L. Loeff (Kabinet van de Europese Commissaris, Kabinetschef) – Beth, 20 december 1963.

[172]Knipsels van Beth, Beth Archief.

[173]Al het kwaad komt uit Brussel, ook toen al; zelfs nog veel eerder, ook de tiende penning kwam uit Brussel.

van bureaucratie, over elkaar tegensprekende instructies, over gebrek aan samenwerking tussen afdelingen van de hoofdzetel, over het tekortschieten van bepaalde figuren als mensen en leiders, over geldverspilling en over daling van het wetenschappelijke prestige.'

Na het overlijden van Beth op 12 april 1964 nam de al enige tijd als adviseur aanwezige A. Heyting de directie over. Tot die tijd nam ook wel eens K.L. de Bouvère bij afwezigheid van Beth de leiding waar. Heyting had nu voor de verlening van het contract zorg te dragen.[174] Hiertoe onderhield hij contact met Wiessing uit Brussel, die hem op 1 april 1964 opzocht, en Van Scheepen uit Ispra, die zich op 21 april liet zien. Een voorlopige verlenging van het contract werd hiermee bereikt, de ondertekening vond plaats op 20 augustus 1964.[175] Het zou Heyting voor 1965 niet meer gelukken voor langer dan het eerste kwartaal geld bij Euratom weg te slepen, ondanks de op 11 juni 1964 door hem ingediende ontwerpbegroting van f. 106.410,- voor 1964 en f. 84.990,- voor 1965. Heyting en K.L. de Bouvère moesten hiertoe onderhandelingen met de in november uit Ispra overgekomen Van Scheepen voeren. Heyting ging zelf van 29 november tot 1 december op pad naar Ispra.[176] Het mocht niet baten. Men kreeg slechts een contractverlenging tot 31 maart 1965, met voor het eerste kwartaal van 1965 een bedrag van f. 25.340,-.[177] Wel werd toegestaan de nog uitstaande bedragen voor 1964 op te maken. Dit alles hing samen met een andere onderzoekspolitiek bij Euratom. Hiertoe valt uit Braffort & van Scheepen (1968) te citeren:

'Unfortunately, circumstances have not permitted this effort to be continued, and budgetary and other restrictions have compelled the CETIS team at Ispra to confine its activities strictly to the field of applied mathematics, while at the same time outside contracts have been considerably reduced.'

Op 23 maart 1965 viel het doek, of om met het notulenboek te spreken: [178]

'Aan het slot sprak dr. de Bouvère woorden van dank aan prof. Heyting voor alles wat hij voor de groep gedaan heeft sinds het overlijden van prof. Beth, en bood hem sigaren als afscheidscadeautje aan. Prof. Heyting bedankte hiervoor en bedankte tevens de medewerkers, waarmee de werkgroep ontbonden is verklaard.'

4.2 Doelstellingen en onderzoek

Het geeft een goed overzicht om eerst Beth zelf aan het woord te laten over zijn opzet van het Euratom-contract. Hiertoe wordt gebruik gemaakt van een stuk van zijn hand 'The Institute for the Foundations and the Philosophy of the Exact Sciences' over zijn instituut, waarvan de eerste helft geciteerd wordt in de sectie, die gaat over zijn

[174]Ontwerpbegroting: Brief Heyting – Carpentier (Contractdienst Euratom), 11 juni 1964.

[175]Contract over 1964 –Overeenkomst 034-64-1 CETN: zie de kwartaalverslagen van Heyting [Beth-archief].

[176]In Amsterdam wil men graag het contract voortzetten: brief Heyting – R. Wiesing (Euratom), 9 november 1964.

[177]Laatste contract: J. Guéron (Euratom, Directoraat-Generaal Onderzoek en Onderwijs) – directeur Instituut voor Grondslagenonderzoek (A. Heyting), 17 december 1964, (Brussel): contract 034-63-1 CETN wordt verlengd tot 31 maart 1965.

[178]Notulenboek voor Euratom-colloquia 1963 – 1964, [in Beth-archief].

instituut.[179]

'The *Euratom Project*, carried out by the Institute under a research contract signed by the University of Amsterdam with Euratom, constitutes a new development. For this research the staff has been enlarged by the appointment of about ten scholars on a temporary basis.[180]

Besides several problems of a purely theoretical nature in the field of mathematical logic the research programme mentions fundamental research in preparation of the development of a so-called '*thought machine'*. The idea of developing such a machine has been stimulated, on the other hand, by recent advancement in the construction and programming of automatic computers, and on the other hand, by the introduction of simplified, so-called '*natural*' methods of logical deduction. Methods of this kind have in recent years been studied extensively both by Professor Beth and by various logicians in Germany, Sweden, and the United States.

In addition, the idea of a '*thought machine*' lends a renewed significance to the ancient problem of setting up a mathematical '*heuristics*' aimed at facilitating the task, always strenuous and time-consuming, of solving a mathematical problem.

Investigations in this direction are, however, also connected with the psychology of thinking. Not only can psychological insight help us in our efforts toward the construction of a 'thought machine', the study of the manner in which such a machine should operate may also elucidate various problems of the psychology of thinking.

The problems referred to in the research programme belong to a scientific domain where, since its foundations in 1952, the Institute has by and by collected a considerable amount of experience. This experience has been recently summed up in two forthcoming books: E. W. Beth & J. Piaget, *Epistémologie, mathématique et psychologie* (Presses Universitaires de France, Paris), and: E. W. Beth, *Formal Methods, An introduction to Symbolic Logic and to the Study of Effective Operations in Arithmetic and Logic*, (D. Reidel Publishing Company, Dordrecht).'

In de laatste alinea geeft Beth literatuur op. Deze twee boeken omvatten een beschrijving van een belangrijk deel van het project: het boek van Beth en Piaget gaat in op de denkpsychologie gekoppeld aan logica en leren. het boek van Beth gaat over logica en daaraan gekoppeld automatisering van systemen. In verband met de denkpsychologie refereert Beth ook wel naar het werk van de Amsterdamse psycholoog A.D. de Groot.

In de tweede alinea van bovenstaand stuk gaat Beth in op anderen. Hiermee kan men ook laten zien dat de aan te dragen problemen ook internationaal vragen oproepen, en vooral dat men geen eenling is, maar werkt vanuit een breder gedragen perspectief. Beth geeft een beschrijving in zijn 'Observations sur un projet de recherche' [181] Beth geeft eerst een opsomming van mensen, die uitgaan van de systemen NK en LK van Gentzen. En zij die daarbij werken met tabelaumethoden of gelijkwaardige systemen. Dit zijn dan Beth (1955), de Fin K.J.J. Hintikka (1955), de Zweed S. Kanger (1957) en de Duitser K. Schütte (1956). Daarnaast heeft men de grote groep, die al publiceerde over de logische deductie machine: natuurlijk weer Beth (1955, 1958), maar ook M.

[179] Dagtekening: november 1961; stencilpapier. Al eerder gepubliceerd als Beth (2008).

[180] De staf van Beths instituut bestond in die tijd voornamelijk uit Beth en J.J.A. Mooij. Beth nam deel aan het project, Mooij niet.

[181] E.W. Beth, 'Observations sur un projet de recherche', typoscript, 3 pp.

Davis & H. Putnam (1959), B. Dunham & R. Fridshal & G.L. Sward (1959), H. Gelernter (1957), H. Gelernter & N. Rochester (1958), Beths vroegere promovendus P.C. Gilmore (1959, 1960), T. More (1957), A. Newell & H.A. Robinson (1956), A. Newell & J.C. Shaw & H.A. Simon (1957), A. Robinson (1957), Hao Wang (1960). Men kan dat laatste rijtje desgewenst nog aanvullen met o.a. S.C. Kleene en A. Church. Er zijn er nog veel meer, maar we zullen het hier maar bij laten. En tenslotte heeft men de Zweedse groep om Stig Kanger heen, die al met echte computers werkte: D. Prawitz, H. Prawitz en N. Voghera (1959).

Over Gilmore en de groep om Kanger valt er met Beth (1962, pp.120-121) nog iets meer te zeggen:

'On the basis of investigations by Kanger and myself, these scientists worked out a program for an electronic computer —the Facit EDB of AB Ådvidabergs Industrier, Stockholm— which made it posssible to give the machie instructions to carry out certain deductions in elementary logic. A similar investigation was made by P.C. Gilmore (1959) on the basis of the method of semantic tableaux using the IBM 704 computer. In both cases, several relatively simple deductions were actually performed by the computer; the speed reported by Gilmore is somewhat higher that that which is mentioned by Kanger's group. For the moment, however, the speed is much too low to encourage any serious thinking about practical applications with the equipment available at present.'
Deze verwachtingen kunnen volgens Beth in de toekomst wellicht worden bijgesteld onder de volgende receptuur:
'1) the methods of deduction have been more thoroughly studied and, as a result, have been simplified and refined, and,
2) we have at our disposal automatic computers of increased capacity and speed which are in addition more perfectly adjusted to the specific demands of a logic theory machine'

Op punt 2) zou Beth binnen zijn project door het rekencentrumcentrum in Ispra op zijn wenken bediend worden. Van Westrhenen, die juist voor dit onderzoek logicarekenmachine was aangesteld, kreeg de beschikking over de IBM 7090 Strech A, één van de beste machines op dat moment.

Met Beths 'bewijsmachine' is het natuurlijk niet de bedoeling dat de mechanisatie ophoudt bij Beths tableaus of stukken meetkunde of ander wiskunde, die in Beths elementair logische tableaus vertaald kunnen worden. Men zal wijder moeten gaan en ook andersoortige wiskundige problemen moeten kunnen aanpakken.

In het stuk valt ook de term 'thought machine' (denkmachine) op. In een artikel in de Volkskrant gaat Beth (1961*b*) iets dieper op deze term in:

'Bij een meer bezadigde beoordeling van de conceptie van een 'denkmachine' dient men er van uit te gaan dat het menselijke denken zeer uiteenlopende vormen kan aannemen. De constructie van een 'denkmachine' heeft in de eerste aanleg uitsluitende ten doel de automatisering van slechts één bepaalde vorm van denken: het *redeneren* of 'bewijsvoerend' denken dat vooral in de wiskunde zo'n belangrijke rol speelt. Het zou dan ook passender zijn, van een *redeneermachine* te spreken. [...] Sinds 1930 staat vast dat we beschikken over een volledige beschrijving van het logische redeneren. Het bewijsvoerend denken is ontleed in een klein aantal elementaire 'denkhandelingen' die

door eenvoudige regels worden beheerst; deze regels zijn van dezelfde soort als de regels voor het rekenen.' En hiermee zijn we gekomen aan de crux van Beths project, het programmeren om op een in de eerste plaats haalbare en dan op een zo economisch mogelijke wijze bepaalde problemen op te lossen. Beth (1961*b*) vervolgt:

'Daarmee zijn in beginsel de voorwaarden voor een automatisering van het redeneren vervuld —rekenmachines bestaan er reeds lang, maar niettemin blijkt het ontwerp van een rendabele redeneerautomaat grote moeilijkheden op te leveren. Het blijkt namelijk dat een bewijsvoering vrijwel steeds een relatief lange reeks denkhandelingen vereist en dat men bij elke stap in het betoog een keus moet maken tussen een aantal mogelijke denkhandelingen dat bovendien naarmate de bewijsvoering voortschrijdt voortdurend toeneemt. Wie een bewijs tracht te voeren moet als het ware de weg trachten te vinden in een zelfgeschapen doolhof. Volgt hij de goede weg, dan komt hij betrekkelijk snel aan het doel, maar elke stap opzij maakt tevens de doolhof ingewikkelder.'

Men heeft dus de snelste bewijswegen, men heeft bewijswegen, die er langer over doen dan noodzakelijk en men heeft natuurlijk ook problemen, waarvan het lijkt of er binnen het gehanteerde systeem een oplossing gevonden kan worden, maar waarvoor in werkelijkheid dit niet mogelijk is —bijvoorbeeld doordat men tijdens de zoektocht altijd op een niet te beëindigen pad geraakt. Beth geeft hierover een voorbeeld van goede, zwakke en slechte leerlingen. Dus in zekere zin kan men ook m.b.t. dergelijke problemen leermethoden gaan bekijken: voor menselijke leerlingen en voor de programmatuur. Hierop zegt Beth (1961*b*) het volgende:

'Een 'denkmachine' moet niet slechts zo geconstrueerd zijn dat hij logisch ontoelaatbare denkhandelingen vermijdt, hij moet bovendien telkens de meest doeltreffende denkhandelingen weten te 'kiezen'. Immers, zou men bij het ontwerpen van een 'denkmachine' alleen rekening houden met de logische regels, dan zou de machine tewerk gaan op dezelfde wijze als een zwakke leerling en zijn rendement zou dus even gering zijn. We zullen daarom moeten trachten, de machine de beschikking te geven over iets dat min of meer beantwoord aan het 'inzicht', de 'knobbel', van de goede leerling. De verwezenlijking van deze doelstellingen kan men in twee richtingen zoeken.' En deze twee richtingen zijn voor Beth:

a. de denkpsychologie.
b. de methodenleer, of logica in ruimere zin.

En het gaat Beth niet alleen voor de ontwikkeling van deze twee richtingen afzonderlijk, maar ook voor de wisselwerking tussen beide. Overigens neemt Beth wel gas terug m.b.t. de voordelen van de denkpsychologie: [182]

Persoonlijk ben ik niet geneigd, veel resultaat te verwachten van het zoeken naar een voor de machine geschikte heuristiek. Ik heb namelijk bij mijn eigen onderzoek geconstateerd dat bij toepassing van de methode der semantische tabgleaus —voor de verwante deductiemethodes van Hintikka, Kanger en Schütte geldt uiteraard hetzelfde— deducties tot stand kwamen vergelijkbaar met die welke spontaan door het logisch denken worden voortgebracht. De heuristiek van het menselijk denken schijnt dus in de nieuwe deductie-methodes reeds tamelijk volledig verwerkt te zijn.'

[182]**?**, p.135, was al Beth (1960*a*).

Op practische gronden werd Beth 10 jaar later hierin bijgevallen door zijn voormalige Euratom-medewerker Van Westrhenen. Overigens was de door Van Westrhenen onderkende zwakte Beth ook al opgevallen. van Westrhenen (1969, p.6):

'A psychological approach of heuristics is described in the wellknown work of Newell, Simon an Shaw; they try to simulate on a computer the human thinking in solving problems. Although this work shows many interesting results, especially in the study of programming languages, the mayor defect, as far as theorem proving in the first order predicate calculus is concerned, appears to be the ill-defined underlying logic.' [183]

Het valt op dat in bovenstaand stuk niet door Beth wordt ingegaan op de te leveren vertaalmachine, waar Euratom vooral een oog op had. Deze vertaalmachine is er niet gekomen, net zo min als de denkmachine, maar dit heeft wel aanleiding gegeven tot een linguïstisch georiënteerde deelgroep binnnen het Euratom-project.

Overigens was de vertaalmachine een belangrijk onderdeel, waarvan de ontwikkeling gevraagd werd door Euratom. En al eerder is er melding gemaakt van documentatie verwerkende machines. In onderstaand citaat wordt een indruk gegeven, wat voor ingewikkelde machine men voor ogen had. Men zou kunnen zeggen dat in deze machine al het hier beschrevene in zich verenigt. De bedoeling van dit concept kwam tot uiting in het 'concept persbericht', en geeft al de vraag naar een soort google avant la lettre: [184]

'Dit contract maakt deel uit van een veelomvattend onderzoeksprogramma, dat Euratom heeft opgesteld teneinde de wetenschappelijke werkers, in het bijzonder op het gebied van de kernfysica en kerntechniek, door automatische procédés het vinden van de voor hen belangrijke wetenschappelijke gegevens te vergemakkelijken en te versnellen en hen in staat te stellen, steeds van de laatste resultaten van onderzoekingen waar ook ter wereld op de hoogte te blijven. De wetenschappelijke publicaties die in vele talen, zelfs op een relatief beperkt terrein als dat der kernwetenschappen verschijnt, is zo overstelpend groot, dat het ook voor vakgenoten zonder nieuwe hulpmiddelen onmogelijk wordt, hierin een weg te vinden, temeer nog daar de vloed van deze literatuur nog steeds in omvang toeneemt. Daarom is Euratom er toe gekomen, een onderzoeksprogramma op te stellen, welks uiteindelijke doel is de ontwikkeling en bouw van een (electronische) machine, die in staat is, zelfstandig wetenschappelijke publicaties te lezen, te excerperen, systematisch te ordenen en steeds onmiddellijk in de door de geïnteresseerde gewenste taal weer te geven. Een deel van dit onderzoekprogramma wordt uitgevoerd door een in het gemeenschappelijk onderzoekcentrum van Euratom werkzame groep geleerden, een ander deel op contractuele basis door een aantal wetenschappelijke instituten in de zes 'Euratomlanden, waaronder het 'Instituut voor Grondslagenonderzoek en philosophie der exacte wetenschappen' der Amsterdamse Universiteit onder leiding van professor Beth.'

Het beschreven doel is dermate veel omvattend dat men kan zeggen dat Beth en zijn groep maar een klein radertje in het geheel vormde. Het is opvallend dat Beth met zijn opsomming van namen wilde aantonen dat, waar hij mee bezig was, door vele ge-

[183] Vermelde literatuur hier niet uitgewerkt.

[184] 'concept persbericht', te vinden in Beth-archief, maar het hier gebruikte deel kan men ook vinden in de NRC van 25 maart 1961in het Wekelijks Bijvoegsel No.12, onder de naam van Op zoek naar een machine die denken kan'.

leerden onderzocht en gedragen werd. Het is nog opvallender dat de wetenschappelijke instituten, waar het persbericht over spreekt, niet aanwijsbaar veel contact met Beth en zijn groep hadden. Alleen Brussel en Ispra komen aan bod, maar daar was ook al geen innig contact mee. Natuurlijk wel met de programmeerafdeling in Ispra, waar vooral Van Westrhenen gebruik van maakte, en de betaalafdeling.

4.2.1 Eerste contract

Doelstellingen eerste contract. De eerste voorstellen van onderzoek werden op 14 april 1960 door Beth aangedragen.[185] Zij omvatten:

1. La base théorique de la construction d'une 'machine à raisonner', y compris l'étude des conditions spéciales imposées à un computeur électronique capable de réaliser les opérations nécessaires d'une manière efficiente.
2. La logique quantique, introduite en 1929 par von Neumann, mais en ce moment à tort à peu près abandonnéé.
3. La théorie de la définition, en premier lieu pour la logique classique, mais ensuite également pour la logique intuitionnniste.
4. Le caractère complet de la logique intuitionniste, et ses rapports spécifiques à la théorie des fonctions récursives.
5. Le problème de décision pour une axiomatisation adéquate.

Wat Beth in punt 2. bedoelde is niet duidelijk, indien met 'la logique quantique' de 'quantumlogica' bedoeld wordt. In 1929 hield von Neumann zich met quantummechanica bezig, maar zijn quantumlogica is van later tijd, zoals af te leiden valt uit de bibliografie in *John von Neumann, Collected works*, Vol. I, Logic, theory of sets and quantum mechanics — (ed. A.H. Taub), Oxford (Pergamon), 1961 — op pp. 645–652. Het kan zijn dat Beth hier op de algebraïsche aspecten wijst van de gebruikte operatorenalgebra, zoals ook in von Neumanns *Mathematische Grundlagen der Quantenmechanik* — Berlin (Springer), 1932 — ter sprake komt. Dan echter beschouwt men dit als het beoogde model zonder dat er al een poging tot een formele deductieve theorie aanwezig is. Wel was in deze vroege tijd al P. Février met deze zaak bezig. Misschien had Beth haar werk op het oog. Waarom Beth dit onderwerp voorstelde is ook niet duidelijk. Wellicht hield het verband met wat in het ten dele geciteerde persbericht naar voren werd gebracht. Hierin werd de mogelijkheid van vertaling en resumés van natuurkundige artikelen genoemd. Als men hiertoe op een of andere manier logica te verwerken had, dan was dat misschien de quantumlogica. Op dat terrein had Beth in het verleden ook al gepublceerd. Dit item is overigens niet door Euratom in overweging genomen.

Het bleek dat men in Brussel vooral belangstelling had voor de probleemstellingen 1., 3. en 5.[186] Daarnaast had men in Brussel ook belangstelling voor probabilistische eigenschappen van logische systemen en mathematische linguïstiek. Ook zou men graag

[185] Brief Beth – A. Gazzano (Directie Onderzoek Euratom), 14 april 1960.

[186] Reactie Gazzano op voorstellen van Beth: brief A. Gazzano (CETIS, Euratom) – Beth, 25 mei 1960, (Bruxelles).

het werk van mensen zoals Markov (Markov-ketens) bij het project willen betrekken. Volgens het uiteindelijke contract moest men zich bezig houden met: [187]

a. Voorstelling Herbrand-Gentzen in de vorm van diagrammen[188] en bestudering van hun equivalenties met de semantische tableaus.

   Methodische gevolgen van het bewijs van het theorema van Padoa in de theorie der definities = de methoden van (Herbrand en) Gentzen staan nauwer in verband met de modellentheorie = het theorema van de subformules en het interpolatie-theorema vormen alsdan versterkte versies van het volledigheidstheorema.

b. Methode van de semantische tableaus en ontwikkeling van de theorie der pseudo-valuaties. De methode levert een rechtstreeks verband op tussen de theorie van de bewijsvoering en de modellentheorie en vormt op die manier een aanvulling van de ideeën van Herbrand-Gentzen. Invoering van de pseudo-valuaties waarvan de theorie nog niet is verklaard.[189]

   Semantische tableaus voor de intuïtionistische logica en opmerkingen van Kreisel betreffende de'absoluut vrije' keuzerijen.[190]

   Problemen in verband met het bewijs van de onafhankelijkheid van een primitief begrip en de essentiële definitie.

c. Ontwikkeling van de methoden van mathematische heuristiek (uitgaande van de discussie van het probleem van 'Locke-Berkeley' betreffende mathematische generalisatie en van de ideeën betreffende een 'denkmachine' welke berust op een methode van de professoren Beth en S. Kanger.

d. Ontwikkeling van de werkzaamheden welke verband houden met de modale logica.

Er is nog een NB, waarin: ' Een bijzonder belang zal worden gehecht aan de resultaten welke praktisch kunnen woren toegepast' Direct onder deze zin staat de handtekening van Beth, hetgeen frappant mag heten vanwege zijn beweringen bij andere gelegenheden dat hij niet in de eerste plaats aan practische toepassingen werkt, ,maar natuurlijk wel als ze zich ineens zouden voordoen.

Onderzoek eerste contract. [191] De doelstelling was een algemene achtergrond en voorbereidend werk voor een computationele aanpak. Van de 17 jaren, die Beth als

[187] Vastgelegde onderzoeksdoelen: Programma van wetenschappelijk onderzoek, bijlage I uit het Onderzoekscontract tussen de Europese Gemeenschap voor Atoomenergie (Euratom) en de Universiteit van Amsterdam, dd. 14 december 1960. —In Prlwytzkofskiaans Nederlands met soms onbegrijpelijke voorstellen, die de lezer veel genoegen zullen verschaffen; de beoogde vertaalmachines waren blijkbaar nog niet voldoende ontwikkeld.

[188] Met diagrammen zullen hier wel de boomvormige bewijsafwikkelingen van Gentzen bedoeld zijn.

[189] De algemene denkbeelden voor het hanteren van pseudovaluaties waren in die tijd al duidelijk: de Jongh & van Ulsen (1999), de Jongh (1968), van Ulsen (2000).

[190] In de oorspronkelijke tekst staat: Semantische tableaus voor de intentionistische logica en opmerking van Kreisler betreffende de 'absoluut vrije' richtpunten ('guides absolument libres')

[191] Voor de samenstelling is gebruik gemaakt van de kwartaalrapporten door Beth over de tijd van het eerste contract 15 december 1960 tot 15 december 1962 [alles in Beth-archief].

hoogleraar doorbracht, heeft hij bij de laatste 8 jaar van die tijd een steeds grotere belangstelling gekregen voor beslissingsmethoden en berekenbaarheid. Dit werd versterkt in de periode, dat hij voor Euratom werkte.

Het eerste contract werd vooral getekend door logisch onderzoek, gecombineerd met toepassingen van de logica en informatietechnisch onderzoek naar logica.[192]

Besproken zijn de doelstellingen van het onderzoeksonderzoekscontract, maar voor de uitvoering hiervan moet men toch ook acht slaan op Beths denkbeelden van wat er binnen de logica en wiskunde kan, en wat in samenhang daarmee binnen de diverse deelprojecten verwacht kan worden. Beths belangrijkste adagia worden beschreven in zijn 'Konstanten van het wiskundig denken', (Beth, 1963). Zijn constanten van de wiskunde worden door hem als volgt beschreven:
1. de algorithme,
2. de deductieve methode,
3. het oneindige,
Hiermee hangen direct samen de volgende mathematische disciplines, die Beth als volgt introduceert: 'Aan deze grondkoncepties beantwoordt een drietal mathematische disciplines dat binnen het geheel van de geünificeerde wiskunde een centrale plaats inneemt' Let op de term 'geünificeerde wiskunde'; wat zijn bedoeling hiervan is zullen we hier overslaan. Maar goed, nu het drietal mathematische disciplines:
1. de rekenkunde der natuurlijke getallen,
2. de mathematische logika,
3. de abstrakte verzamelingenleer.

Hieraan kan men volgens Beth van alles ophangen. In de eerste plaats kan de filosofische logica hieruit ontspruiten. Volgens Beth was Husserl hier al mee komen aanzetten, maar heeft er geen invulling aan weten te geven. Dat kan volgens Beth dus nu wel; item c) berust hierop. Daarnaast heeft men de methematische linguïstiek.

Definitiestelling. In deze tijd verschenen rapporten van G. Kreisel, die van belang waren voor onderdelen van het onderzoek. Het betreft hier informatie over absoluut vrije keuzerijen en semantiek van de intuïtionistische logica, met volledigheidsstellingen en interpolatie. Dit laatste was van belang voor het beschouwen van de plaats van de definitiestelling. Pas bij hogere orde gaan interpolatie en definitiestelling soms niet meer gelijk op of zijn allebei niet meer van toepassing, evenzo m.b.t. oneindige logische talen en modale logica's.[193]

De definitiestelling (Beth, 1953) zegt dat als een begrip, geformuleerd binnen de elementaire logica, semantisch definieerbaar is, dit ook syntactisch zo is, en omgekeerd. Interpolatie zegt dat als een formule C uit een ander formule A afleidbaar is en ze een predicaat gemeen hebben, dat er dan een intermediaire formule B is, die uit A afleidbaar is en waaruit C afleidbaar is, en alle predicaten van B zijn predicaten van A en C (Craig, 1956). Een volgende stap is er een met verzamelingen in de vorm van de consistentiestelling (Robinson, 1956). De aard van het bewijs was vooral bij Robinson

[192] Het merendeel van de hier voorkomende begrippen, logische systemen en stellingen wordt iets uitgebreider besproken in van Ulsen (2000). Hier wordt zo nu en dan in het kort iets over enkele begrippen gezegd.

[193] Barwise & Feferman (1985). Voor een overzicht met tabel: Hoogland (2001, p.40).

meer modelmatig. Beths bewijs was meer syntactisch. Beths aandacht gaat bij zijn omschrijving en van de opbouw van zijn stelling vooral naar de syntactische kant uit, de semantische kant wordt daarmee eigenlijk verwaarloosd.

Men treft bij bovenstaande opsomming ook de definitieleer aan. Dit onderwerp was ook al ter sprake gekomen tijdens de informatiebijeenkomst in oktober 1960.[194] Volgens Beth, en waarschijnlijk Beth gezien de kontekst: 'M. Larisse bestudeert de algebra der algorithmen. Ik geloof dat er hier nog een correlatie zit tussen Uw werk en het onze.' [195] En 'Beth' vervolgt:

'Als we gebruik maken van kunstmatige talen met een zeker aantal primitieve termen speelt het probleem der definitie een fundamentele rol. Het is belangrijk dat we economiseren met de informatie, die nodig is. Gegeven zekere primitieve termen moeten we weten dat we geen gebruik maken van afgeleide begrippen. Dit is mogelijk op een zuiver automatische manier door systematisch alle mogelijke combinaties van de primitieve termen na te gaan.

Maar het is duidelijk dat dit niet zeer efficiënt is. Met zekere criteria van een formele algorithme zou men veel tijd besparen. Het is duidelijk dat het voor kunstmatige talen, die voldoende rijk zijn om dicht bij de natuurlijke taal te staan, d.w.z. dat zij enkele duizenden woorden bevatten, onmogelijk is om alle mogelijke combinaties van de primitieve termen te onderzoeken, als men wil uitmaken of een zekere term primitief is of niet.

Dit algemene probleem moet eens precies worden geformuleerd. Men heeft criteria nodig ter beperking van de mogelijke combinaties. Wat is het minimale aantal combinaties en hoe bereikt men dit minimum?'

Men onderscheidt veelal een drietal soorten talen: de formele talen (waaronder machinetalen) en de natuurlijke talen, met daartussen in de kunstmatige talen, zoals Esperanto, Ainopluk. Men zou ook bij natuurlijke talen een deelverzameling kunnen nemen met termen gerelateerd aan een bepaald onderwerp of gebruik. In zekere zin verkrijgt men dan ook een soort kunsttaal. Deze mogelijkheid werd niet naar voren gebracht. Bij de significus Mannoury krijgt men hiermee te maken bij zijn indeling in gelaagdheden in een taal. De primitieve begrippen worden bij hem ingevoerd in een grondtaal. De kunsttalen werden o.a. door Italiaanse geleerden ontworpen en bestudeerd, o.a. door Peano.

De Bouvère ging aan de slag met de definitieleer en definitiestelling. Het is opmerkelijk dat Beth zelf eigenlijk nooit wat gedaan heeft aan deze onderwerpen na het formuleren van zijn definitiestelling in 1953. Het onderzoek van De Bouvère moest zich in het definitorische verband ook bezighouden met ambiguïteit en synonymie.[196] Dit kon van belang zijn bij het ontwikkelen van programmeertalen, het beschouwen van natuurlijke talen en vertaalprocedures.

[194]Zie de notulen, die gemaakt zijn tijdens de besprekingen, [in Beth-archief].

[195]Beth komt hier niet apart vermeld voor. Wel is het zo dat daarna wordt aangegeven dat Braffort en Gazzano aan Beth vragen stellen over het hier weergegeven verhaal, die Beth (nu wel aangegeven) beantwoord.

[196]Definitietheorie: De Bouvère, On formal ambiguity, CETIS (1961), rapport 12, pp. 131–142a (en Automation (1968), pp. 101–110) en De Bouvère, A mathematical characterization of explicit definability, CETIS (1961), rapport 24 (en Automation (1968), pp. 111-122; en *Indagationes Mathematicae* 25, (1963), pp. 264–274).

Valuaties. Beth gebruikte in de loop der tijden een waaier van verschillende soorten valuaties met diverse bestemming: normale valuaties met toepassing op gereduceerde logica; reguliere valuaties met toepassing op gereduceerde logica en subformules (definitiestelling, tableaus); pseudovaluaties: normale valuaties met singulariteiten. De pseudovaluaties kregen vanaf 1954 steeds meer bestemmingen (volledigheid, adequaatheid, onafhankelijkheid), en werden vanaf 1960 uitgebreid en vervolmaakt met de implicatieve valuaties en de modale valuaties. In het laatste geval waren ze tegenhangers van Kripkes wereldensemantiek. Helaas waren ze wel lastiger te hanteren dan Kripke. In zeker zin kan men ook in dit verband Beths valuaties noemen voor de intuïtionistische logica uit 1956. Voor het onderzoek tijdens het Euratomproject speelden Beths valuaties wel degelijk een rol.[197]

Als voorbeelden hiervan de peudovaluaties en de I-valuaties. Beide soorten valuaties vertoonden ook een zekere samenhang, en dat deden ze ook t.o.v. Beth semantische en intuïtionistische tableaus. Daarnaast had Beth nog een andere tableaumethode ontwikkeld: de deductieve tableaus. Hierbinnen had hij al twee varianten: de klassieke en de intuïtionistische. Voor Beth waren de deductieve tableaus van belang vanwege de combinatie die hij veronderstelde tussen deductieve logica en het denken.

E.M. Barth werd ingezet voor de pseudovaluaties. Aan de combinatie pseudovaluaties en I-valuaties werd ook door Beth gewerkt, met later een inzet van D.H. de Jongh.[198] Min of meer in dit verband heeft in een later stadium A.S. Troelstra nog een bijdrage aan intermediaire logica's tussen klassieke en intuïtionistische logica geleverd.[199] Dit hing samen met al door Beth gepleegd onderzoek op het gebied van de implicatieve systemen, in zijn geval ook met versterkingen of afzwakkingen van Peirce. De implicatieve klassieke Peirce: $((A \to B) \to A) \to A$. Bij de implicatieve systemen heeft Peirce een soort status, die vergelijkbaar is met $A \vee \neg A$ bij systemen waar de twee operatoren $\neg, \vee$ deel van uitmaken: met hun geldigheid geeft men aan in ieder geval een niet intuïtionistisch systeem te hebben. In dit verband kan men daarbij de minimaal-calculi, zoals ontwikkeld door Ingebrigt Johansson (1904-1987) als een verzwakking van de intuïtionistische logica, betrekken.[200]

Het valt op dat bij de diverse systemen niet in de eerste plaats gekeken werd naar quantoren. Implicatie en noodzakelijkheid waren de twee operatoren waarnaar het gedrag van bepaalde systemen mee werden afgemeten. Later tijdens het onderzoek zou er plaats moeten worden ingeruimd voor andere operatoren.

Modale logica. Het ontwikkelen van modale logica was volgens Beth, in navolging van H. Freudenthal, ook van belang voor het onderzoek van natuurlijke talen, dus ook van belang voor de vertaalmachine. Beth en J.J.F. Nieland bestudeerden de modale systemen S4 en S5 met tableaumethoden en 'wereldensemantiek' (subtableaus). Daarbij betrokken zij de intuïtionistische logica en de afgrenzing daarvan.[201] Enkele rapporten

[197] Voor een meer omvattend ondezoek van deze valuaties en hun wordingsgeschiedenis, zie van Ulsen (2000).

[198] (de Jongh, 1961).

[199] (Troelstra, 1965), [CETIS-rapport 32 (1963)].

[200] Zie Johansson (1936), maar ook van Ulsen (2000, pp.244-245).

[201] Voor het afgeleverde werk van Beth (en Nieland), zie onder Beth 1961a (CETIS (1961), rapport 26). Een deel van de hier aan Beth toegeschreven rapporten is wel op een of ander manier door hem verwerkt in

binnen dit veld kwamen tot stand door de samenwerking tussen Nieland en Beth.

Voor de met de Kripke-werelden overeenkomende bomen werd gekeken in hoeverre men van topologie gebruik kon maken voor de diverse bewijzen. Dit gebeurde in navolging van H. Rasiowa. Beth verwachtte echter van de algebraïsch-topologische methode (direct als vertaling toegepast op de modale begrippen zoals de topologische begrippen in- en uitwendige) minder dan van de semantische (modelmatige) aanpak.[202] Andere modale systemen en hun samenhang stonden op het programma van P.H. Krijgsman.

Verzwakkingen: beslisbaarheid en onbeslisbaarheid. Weer een ander onderzoek lag op het gebied van afzwakkingen van de theorie van de natuurlijke getallen. Vergelijk hiertoe afzwakkingen, zoals het werken met alleen optelling of vermenigvuldiging. Interessant is in zo een geval bij het balanceren op het randje van onbeslisbaarheid de vraag naar de notie 'bewijsbaar' en de mogelijke vertalingen van deze notie in een geschikt modaal systeem. Dit was naast het behandelen van relatieve consistentie een project voor W.A. van der Moore. Voor het verdere bekijken van axiomatieken maakte men gebruik van de expertise van B. Germansky.

Intuïtionisme. Op het punt van de absoluut vrije keuzerijen werd A. Ghose ingezet.[203] De absoluut vrije keuzerijen speelden een beslissende rol bij het opzetten van de zogeheten Beth-modellen (1956 en later): een poging om naast klassieke geformuleerde semantiek en volledigheidsbewijzen voor intuitionistische logica, te komen tot een intuïtionistisch geformuleerde semantiek en volledigheidsbewijs voor intuïtionistische logica. De keuzerijen werden hierbij gezien als de ruggegraat van de intuïtionistische wiskunde. Kreisel had al eerder fouten gehaald uit Beths intuïtionistische modellen, en was daarnaast bezig ook de keuzerijen te bestuderen. Later is A.S. Troelstra op dit pad verder gegaan.

Automatisch bewijzen, tableaus. Het automatisch bewijzen had een theoretische en een practische component.

Voor de theoretische component had Ghose aansluiting te zoeken bij het werk van Gödel en Mostowski aangaande het beschouwen van bewijslengte vanuit een hoger standpunt. Hoe kan men bewijslengte beperken van een formule met een beroep op een logica van hogere orde t.o.v. van die formule? Het gelukte Ghose de niet-bewezen veronderstellingen van Gödel hierover van een bewijs te voorzien.[204] Hiermee was hij trouwens niet de enige of de eerste. Vanwege de bemoeienis van Ghose zal hier zijn versie van Gödel worden gegeven:[205]

'Let S_1 denote a formal system for natural numbers with quantifications only for individual variables and let S_2 be the system which is the extension of S_1 and contain

Beth (1967, 1962).

[202] Brief Beth – P.H. Krijgsman, 11 januari 1962.

[203] A. Ghose, On free choice sequences I, II, CETIS (1961), (rapporten 15 en 16), pp. 152-171.

[204] Bewijslengte: Gödel (1936). Ghose, On the length of proofs, CETIS (1961), rapport 5, pp. 56–65.

[205] A. Ghose, The length of proof, in Automation (1968),

predicate variables with the usual logical axioms for these variables. For every recursive function γ there is an infinity of formulas such that if the shortest lenght of proof of any such formula in S_1 is k, then there is a proof of this formula in S_2 with lenght h, such that $\gamma(h) \leq k$.'

Afgezien van de theoretisch werkende Ghose werden ook mensen de practische kant uitgestuurd. S.C. van Westrhenen en Th. Bruyn werden ingezet ten bate van het probleem van de 'denkmachine'. Van Westrhenen had te maken met complexiteit en de inzet van waarschijnlijkheidstheoretische methoden, ofwel kort gezegd de problemen die samenhangen met bewijslengte binnen bepaalde beslisbare klassen van elementaire formules. Pas later in de zestiger jaren kwam het onderzoek naar deze problemen beter op gang en begon resultaten af te werpen, maar dat was na de tijd van het Euratom-project. Dit geeft overigens wel aan dat men binnen het project oog voor dergelijke problemen had. Zeker voor een project dat draait rond automatisering was dit van belang.

De tableaus vormden voor Beth hét voorbeeld van mechanisch bewijzen. Alleen moest dit nog wel met de juiste automatismen volvoerd worden. Enkele voorbeelden hiervan zijn Van Westrhenen, De Jongh en Kamp. Bij Van Westrhenen kwam ook een aanpak van waarschijnlijkheid en statistiek om de hoek kijken. Dit gaat dan weer de richting op van heuristieken. Beth zelf was ook al met 'heuristieken' en regeltjes gekomen om te grote omslag bij het afwikkelen, laat staan loops, of anderzins regeressie van een tableau, dat een algemene wetmatigheid uitdrukt, te vermijden. De predicatenlogica bracht al snel eigen moeilijkheden met zich mee, juist vanwege de positie van variabelen of het aantal veriabelen. Beth: [206] 'Daarnaast analyseert drs. van Westrhenen een door D. Prawitz voorgestelde methode voor de selectie van individuele constanten bij de constructie van semantische tableaux.' De ellende van de semantische tableaus ontwikkelen zich namelijk al meteen bij de inzet van quantoren en predicaten met meerdere variabelen. Daarmee werd meteen naar voren geschoven of het mogelijk is om aan een eenvoudiger tableauverloop te komen — is dat te bewijzen, is dat door een machine uit te voeren? Beth: [207]

'Logic itself can be considered as a system of heuristics. It has both the advantages and the disadvantages of being a *complete* system of heuristics. But Gentzen's *subformula principle* implies that even in this respect it is not as bad as it seems. In my opinion, the best way to obtain a practical system of heuristics would be to start from a suitable version of logic and then to give the machine certain additional instructions, to be used if its capacity is exhausted.'

Door Beth wordt zo nu en dan de subformule-eigenschap aangehaald: de in het bewijs gebruikte formules treden op als subformules binnen de te bewijzen formule (eindsequent). Voor alle regels minus snede blijven positieve optredens positief en negatieve negatief. Snedevrije bewijzen hebben de subformule-eigenschap. Bij Beths tableaus vormen alle formules, die door de reductiemethoden opgeleverd worden, subformules van de op geldigheid te testen formule. Bij mechanisering is herleiding tot op de kleinste eenheden noodzaak. Evenzo is uniformisatie van belang, zoals in de

[206]Uit het kwartaalrapport lopende van 15 maart tot 15 juni 1961 (samensteller E.W. Beth).
[207]Brief Beth - H.L. Gelernter, 19 januari 1958.

prenex-normaalformulering, en evenzo resolutiemethoden. De subformulestelling is dus essentieel bij de test- en bewijskracht van de tableaus: omgekeerd zijn de tableaus bewijzen, en dat is weer gemakkelijk.[208]
Een theoretische afgrenzing bestaat er ook : de stelling van Church m.b.t. beslisbaarheid. Wij zullen dit bekijken met het oog op Beths tableaus. Maar eerst de stelling van Church (1936): De predicatenlogica is onbeslisbaar. Dit is een onderdeel van een conglomeraat van vergelijkbare beperkingen, door Post, Gödel, Rosser, Church, Turing, en daarnaast van anderen na de Tweede Wereldoorlog.

Bij Beths tableaus heeft men te maken met:
semantische tableaus
axiomatische bewijzen
deductieve tableaus
deductieve bewijzen.

De moeilijkheden worden gevormd door de tableaus. De tableaus vormen een soort beslissingsprocedure en worden opgebouwd d.m.v. het mechanisme van het tegenvoorbeeld. Dit kan al dan niet succesvol verlopen. Als het tegenvoorbeeld op niets —er duikt contradictie op tijdens de constructie— uitloopt vanwege een zich afsluitend tableau, dan heeft men met een geldige formule te maken. En vanwege de constructie van een tableau heeft men ook een bewijs in handen. Als het tableau niet afsluit —d.w.z. geen contradictie oplevert—, dan heeft men een ongeldige formule te maken. Bij propositiecalculus ligt dit eenvoudig. Echter bij predicatenlogica kan dit iets anders opleveren: als het tableau niet afsluit —open blijft, geen contradictie oplevert— kan men eigenlijk nog niets zeggen: het kan op den duur wellicht sluiten —een contradictie opleveren—, dus de geldigheid van de formule aantonen. Deze onzekerheid wordt door de stelling van Church gerelateerd aan de eerste orde logica aangegeven. Er kan niet een manier zijn om hier in zijn algemeenheid aan te ontkomen, want dan heeft men een beslissingsprocedure: dit in tegenstelling tot de stelling van Church. Een aardige poging tot een totaalbeeld met de beperkende stellingen kan gehaald worden uit een stuk van Frans van Scheepen[209] Van Scheepen gebruikt de term cybernetica voor het totaalbeeld:

‘Indeed, the notion of regarding *mathematical theories as languages* —a notion of fundamental importance to this book and its readers—, the actual distinguishing of *object-languages and meta-languages*, with which the name of *Tarski* is essentially linked, is now also going to play a significant part in the creation of programming languages, that is to say working languages for conveying our ideas to a computer or control system, as is also that other fundamental distinction between *syntax, semantics* and *pragmatics*, with which the name of *Ch. Morris* is associated. For cybernetics, however, the practical consequences are less far-reaching than might be thought at first sight; in fact it could be pointed out that for the *theory of automation* —i.e. apart from the technical aspects— the theorems of *Gödel, Church* and *Turing* behave as mathematical existence theorems —obviously, any comparison is imperfect.

They mark off the area within which, from the theoretical point of view, solutions —in this case of automation procedures— exists —i.e. are theoreticaly possible—, but

[208] Voor tableaus en sequenten, zie ook van Ulsen (2000).
[209] van Scheepen (1968).

they do not indicate how those solutions are to be *constructed*.'

van Westrhenen (1969, pp.5-6) kan voor wat betreft een algemene practische doelenomschrijving ook al hier gebruikt worden:

'Nearly all known computer programmes of proof procedures for the first order predicate calculus employ a form of Herbrand's theorem or a Gentzenlike formulation of the first order predicate calculus. [...] The first working programmes by these ideas weren described by Prawitz, Prawitz and Vogera, Hao Wang and by Gilmore.[210] The main imperfection of these programmes appears to be the abundant generation of the substitutional instances of the well-formed Formula F to be proved —or disproved.

Soon a number of improvements were proposed [by...].[211] The method described in Prawitz (1960) gave rise to the resolution principle [...], which is in fact a very sophisticated selection principle to avoid the generation of the so-called useless substitutional instances —of the well-formulated formula F to be (dis)proved.[...]' En van Westrhenen (1969) vervolgt:

Dawson investigated the feasibility of the proof method proposed by Davis and Putnam for a finitely axiomatizable part of elementary number theory. He showed that for rather simple theorems of this theory, the proof procedure of Davis and Putnam becomes excessively long. This result points out the main weakness of the proof procedures used for automatic theorem proving, viz. the bad selection method of the substitution instances necessary for the proof of a certain theorem; this in spite of the sophisticated selection methods. Several authors tried to improve proof procedures by introducing additional heuristics; e.g. Robinson, Wos and Carson introduced parameters which guided the selection of minimal classes for resolution [...] The introduced heuristic parameters may restrict the depth of the tree deductions considered or limit in a certain way the complexity of the substitutional instances to be selected etc.' [212]

Men zal zich afvragen wanneer Beths meest geliefde voorbeeld langs zal komen. Dus nu. Ook voor de oplossing van filosofische vragen zag Beth emplooi voor de logica en daaruit voortvloeiend wellicht ook wel voor het automatisch bewijzen. Hiernaar verwijst punt c. in de doelstellingen van het contract met het probleem van Locke-Berkeley. In de wiskunde, en vooral in de meetkunde, neemt men soms als een algemeen geldig bewijs een constructie aan vanuit het bewijs van een speciaal geval. En dat geval kan aan de aanschouwelijkheid onttrokken worden. Iets duidelijker: als men in de meetkunde een voor alle driehoeken geldige stelling wil bewijzen, dan neemt men een bijzondere driehoek ABC aan, men toont dan de stelling voor deze driehoek aan; dan zegt men deze driehoek ABC willekeurig was gekozen, dus geldt de stelling in het algemeen. Volgens Beth gebruikt men zo de expositiemethode van Aristoteles, de 'conversio simplex'.[213] Te lang kan er hier niet bij worden stilgestaan, maar in het kort: Als A aan geen enkele B toekomt, dan ook B aan geen enkele A; want stel dat B toekomt aan een A, bijvoorbeeld met c. Dan kan het niet waar zijn dat A aan geen enkele B toekomt, want A komt toe aan c, die een B is. Om het dan symbolisch op te zetten:

[210] van Westrhenen (1969) geeft hierbij de artikelen van deze auteurs op, hier weggelaten.
[211] Vermelde literatuur hier weggelaten.
[212] Vermelde literatuur hier weggelaten.
[213] van Ulsen (2000, pp.225,226), natuurlijk in Beth (1956*c*) en op vele andere plekken in Beths publicaties.

$\forall x(Bx \rightarrow \neg Ax) \Rightarrow \forall y(Ay \rightarrow \neg By)$ Beth gebruikt dan een individuele constante c (Ac ofwel $c \in A$, contrueert een tableau met tegenmodel-methode, dat afsluit, dus volgt inderdaad het tweede lid uit het eerste. In het bewijs wordt een beroep gedaan op de formules Ac en Bc, die niet beide tegelijk waar kunnen zijn. Echter Ac en Bc treden niet op als premissen maar als hypothesen, die worden ingevoerd en later weer ingetrokken, dus niets aan de hand: $<<$ $(1)\,\forall x(Bx \rightarrow \neg Ax)$ [prem], $(2)\,Ac$ [+hyp1], $(3)\,Bc$ [+hyp2], $(4)\,Bc \rightarrow \neg Ac\,[1], (5) Bc\,[3], (6)\,\neg Ac\,[4,5], (7)\,Ac\,[2], (8)\,\neg Bc$ [–hyp2], $(9) Ac \rightarrow \neg Bc$ [–hyp1], $(10)\,\forall y(Ay \rightarrow \neg By)\,[9]$ $>>$. Dit geeft het stramien weer, waarop het volledige en ruimtevretende bewijs verloopt in het meetkundige geval —en dat is veel omvattender. Het ruimte slurpende tableau van waaruit de deductie is opgebouwd, zullen wij hier maar vergeten. Als we dan ook niet over de schreef gaan met de gebruikte systemen, —onvolledigheid, onbeslisbaarheid—, dan komt alles goed. Helaas ligt het niet zo simpel, anders had bijvoorbeeld Van Westrhenen niet te hoeven worden ingezet.

Van Van Westrhenen werd verwacht dat hij met behulp van een numeriek onderzoek de verdeling van bewijslengte binnen beslisbare klassen van elementairlogische formules zou bekijken. Van Westrhenen begon met de propositiecalculus om daarna tot de predicaten over te gaan.[214] Ook hield hij zich bezig met de programmering van afleidingen binnen de logica. In dit verband zou hij ook iets moeten doen aan de lengte van de tableaus. Wat zijn de minste rekentijd vergende tableaus voor een zeker probleem? Kan men tableaus ook reduceren —i.h.b. veel rekentijd vergende tableaus op minder rekentijd vragende? Dit is een vraag, die al eerder door Beth opgeroepen, maar niet beantwoord was —evenmin door Van Westrhenen. Ook had Van Westrhenen hiertoe het gebruik van Markov-ketens te onderzoeken.[215]

Kan het gebruik van statistische analyse problemen verhelpen? Ook op dit punt had Van Westrhenen onderzoek te verrichten. Eerst gaan we over tot Beth (1962, p.119). Deze onderscheidde drie problemen: 1. controleren van een bewijs; 2. het bewijzen ven een stelling op basis van gegeven aannamen: dat wil dus zeggen dat men een verzameling zinnen vastlegt op basis van een aantal aannamen, men vraagt dan of een zin in die verzameling thuishoort, of ook men legt een theorie vast, bijvoorbeeld een type meetkunde, en vraagt dan of een zin een stelling is van die theorie. Punt 3 is het genereren van stellingen (geoorloofde formules). dit punt laten we hier buiten beschouwing. In geval van punt 1. zegt Beth: 'In this case, we have at least an estimate of the number and the kind of the individual parameters which must be introduced.' Dit getal voor een formule A zal Beth aanduiden met de combinatie $n(A)$. Hoe groter de $n(A)$ wordt des te onbeheersbaarder het op te lossen probleem. Volgens van Westrhenen (1969, p.7) wordt met $n(A)$ het maximale aantal individuele parameters bedoeld, die nodig zijn en ingevoerd moeten worden om te beslissen of een formule A wel tot de gegeven verzameling behoort. Beth vervolgt: 'By giving the machine suitable instructions, we may compel it to follow the given proof as closely as possible. If at a

[214] S.C. van Westrhenen, Two programmes for the calculus of propositional logic, Automation (1968), pp. 49-68 [was Deux programmes pour la logique des énoncés, CETIS (1961), rapport 4, pp. 36-55]. S.C. van Westrhenen, A first-order predicate calculus without identity, Braffort & van Scheepen (1968, pp.69-84), [rapport 27].

[215] S.C. van Westrhenen, A simple application of discrete Markov chains to mathematical logic, Automation (1968), pp. 7-18 [CETIS-rapport 22].

certain point the machine fails to reproduce the given proof, this will presumably point to a gap in the argument.'

In the case of type (2), we have hardly any sound basis for an estimate of $n(A)$ and, if we simply make a guess as to its value, we still have to select those operations which are most likely to prove successful; in other words, we have to provide the machine with certain 'heuristic' devices. In this connection, I should like to offer the following suggestion. There are a number of solvable cases of the decision problem; this means essentially, that for certain classes of formulas A the number $n(A)$ can be effectively computed. Now run a large number of formulas A through the machine, and make a statistical analysis of the distribution of those operations which prove successful and those which are not. Then provide the machine with instructions such as to give preference to the more successful operations. This might considerably enhance the efficiency of the machine.' Men is uit op een beslisbare verzamaling van formules, die ook in tijd en ruimte haalbaar berekenbaar en beslisbaar zijn. Dit kan men doen met een betere programmatuur, maar ook door extra eisen op de input te leggen. Voor beslisbaar alleen kan men bijvoorbeeld de Skolem-normaal-vorm of bepaalde prefixen voorschrijven

En hieraan kon van Westrhenen (1969, p.7) toevoegen:

'In this thesis[216] it is shown that the theory of statistical decision functions can be used as an heuristic aid in theorem proving in the propositional calculus and in the first order predicate calculus. [...] It is proved —for both cases— that there exists a Bayes decision function by which the provability of a random selected well-formed formula can be estimated provable.'

Van Westrhenen maakte i.v.m. zijn Euratom-onderzoek gebruik van de capaciteit van het rekencentrum te Ispra. Beth: [217]

'Op grond van het onderzoek van Drs. S.C. van Westrhenen werd in het Euratom-centrum te Ispra een programma voor automatische deductie ontwikkeld; volgens dit programma werd door de voor dergelijk werk te Ispra beschikbare electronische computers de deductie van 50 formules uit *Principia Mathematica* binnen de minuut uitgevoerd.'

Meetkunde. De meetkunde was toebedeeld aan Bruyn. De meetkunde had al een weg achter zich van construeerbaarheid, te beginnen met Hilbert (1899): bijvoorbeeld constructie binnen de lineaal- en ijklatmeetkunde. Later ging met name Tarski (1948) in op de eigenschappen van het elementair logisch te verwoorden deel van de meetkunde. Zijn grondslag hiertoe werd gevormd door de de eigenschappen van het elementair logische deel van de algebra. Hierop werd zijn meetkunde teruggebracht. Later kwam hij nog uit met Tarski (1959). Beth had al heel lang belangstelling voor de meetkunde: eerst vanuit filosofische belangstelling. Later als een toepassingsgebied van zijn definitietheorie in verband met het aantal primitieve termen. Zie hiertoe het tezamen met Tarski gepubliceerde Beth & Tarski (1956).

[216] I.e. van Westrhenen (1969).
[217] E.W. Beth, Kwartaalrapport, 15 maart tot 15 juni 1962.

De vraag hierbij was: waarvan moest men uitgaan? De axiomatiek, en van daaruit partjes meetkunde onderzoeken, of uitgaan van syntactische eigenschappen, bijvoorbeeld gecombineerd met axiomatiek.

Gezien het onderzoek naar meetkunden binnen dit project —dat zijn inspiratie deels vond in Tarski's volledigheidsbewijs binnen elementaire (d.w.z. elementair logisch te verwoorden) meetkunde[218]— kan men zich afvragen of hiermee met bewijsbaarheid ook beslisbaarheid in de zin van begrensde berekenbaarheid samen gaat. Gelijk als bij schaken kan men zich afvragen of men voor een versnelling hiervan ook gebruik kan gaan maken van heuristieken. Bruyn moest voor zijn onderzoek het dan ook proberen langs de lijnen van de heuristiek. De heuristiek moest dan gehaald worden bij M. Carton, G. Polya en ook wel bij J. Piaget.[219] Al eerder is er gewezen op de practische bedenkingen van van Westrhenen (1969, p.6).

Voor het aflezen en verwerken van meetkundige systemen zou er door Bruyn in 1961 contact worden gezocht met de TH Eindhoven, waar men evenals in Parijs bezig was met een perceptron onderzoek.[220] Minsky & Papert (1969): hier wordt in abstracto een perceptron genomen als een parallelcomputer. Deze heeft een aantal hoofden, die onafhankelijk van elkaar simultaan een gebied (geometrische patronen) kunnen aflezen en vervolgens de gegevens verwerken en uitspraken over het patroon kunnen doen.

Dit waren voor Bruyn veel omvattende opdrachten en de gedeeltelijke uitwerking daarvan liep over de gehele contractperiode.

Taalonderzoek. Men kan zich afvragen waar nu het taalonderzoek bleef. Dit was er nog niet echt bij te vinden, maar kwam wel al om de hoek kijken, om pas in het programma van de volgende cotracten duidelijk naar voren te komen. Beth: [221]

'Buiten het programma valt een tweetal door de heer Braffort gesuggereerde problemen over geformaliseerde en machinetalen. De directeur is voornemen, deze problemen aan de orde te stellen in een universitair colloquium waaraan ook zal kunnen worden deelgenomen door enkele linguïsten.'

Internationale contacten. Vanwege de samenwerking met de rekenafdeling te Ispra werd door deze of gene een bezoek aan die stad gebracht. Maar ook het feit, dat de overkoepelende directie aldaar zetelde gaf aanleiding tot dergelijke reisjes. Daarnaast waren congressen en symposia gelegenheden om mensen naar toe te sturen. Een goed voorbeeld hiervan is het IBM-colloquium Nonnumerical data processing symposium in het IBM World Trade European Education Centre te Blaricum (24 – 28 april 1961), waaraan ook door Beth met zijn groep werd deelgenomen.[222] Daarnaast was een deel van de groep met Beth in mei 1962 aanwezig bij het symposium 'Mens en robot', dat

[218](Tarski, 1948).

[219]Meetkunde: Bruyn, A discussion of Carton's proposed mechanical proof procedure for geometry, CETIS (1961), rapport 9, pp. 83–106; Beth & Piaget (1961), Carton (1960).

[220]Perceptron-onderzoek: brief Beth – J.F. Schouten (TH Eindhoven), 31 mei 1961. Perceptron-onderzoek Parijs: Notulenboek Euratom-project 1961–1963 op 2 mei 1961.

[221]E.W. Beth, Kwartaalrapport geduren de het tijdvak van 15 maart tot 15 juni 1961.

[222]Uitgegeven bundel i.v.m. de IBM-dagen in Blaricum: Computer programming and formal systems (ed. P. Braffort, D. Hirschberg), Amsterdam (North Holland), 1963 —waarin Beth (1961*a*). P. Braffort was het hoofd Euratom-rekencentrum te Ispra, D. Hirschberg was werkzaam bij IBM-Brussel.

georganiseerd werd door het Studiecentrum voor administratieve automatisering en de Internationale School voor Wijsbegeerte te Amersfoort. Beth sprak hier over de zogeheten 'denkmachine'. Buiten hem waren ook als sprekers Beths vroegere student P.C. Gilmore en P. Braffort van Euratom aanwezig. Voor de werkgroep zou Beth zelf in september 1961 naar Namen gaan voor het 'Internationale Congres voor Cybernetica' om daar een lezing te geven.[223] De werkgroep werd in 1962 bezocht door D. Scott (Universiteit van Californië te Berkeley) met een lezing over 'Well-ordering and definability' en van half november tot half december door R.M. Montague.[224] Montague leverde naast lezingen over 'Gödels second theorem', 'A paradox regained' en 'Interpretability of models' in dit kader een rapport af met de titel 'Interpretability in terms of models'. Dat rapport werd naast Euratom ten dele betaald door de US National Science Foundation.[225]

4.2.2 Tweede contract

Doelstellingen tweede contract. Bij het tweede contract lagen de doelstellingen enigzins anders. Er kwam taalkundig gericht onderzoek binnensluipen. Hierbij werd in onderzoeksvoorstellen een uitbreiding en verbetering van de classificatie van Chomsky en een uitbreiding van een semantische dictionnaire voor de logica in verband met het Georgetown-vertaalproject genoemd. Verder werd een onderzoek naar de definitietheorie in logica van hogere orde, de pseudodefiniëerbaarheid en compatibiliteit voorgesteld. Ook wilde men overal de intuïtionistische varianten bij betrekken. Het onderzoek naar pseudovaluatie en modale logica kon men volgens Beth als afgesloten beschouwen.[226] In zijn algemeenheid formuleerde Beth dit als volgt: [227]

'Aan de Universiteit van Amsterdam zal fundamenteel onderzoek worden verricht op het gebied van de mathematische logika, ter verkrijging van een uitgangspunt voor onderzoek op het gebied van de mathematische linguïstiek en van voorgezet toegepast onderzoek op de gebieden van automatische documentatie, mechanisch vertalen en kunstmatige intelligentie. Daarbij zal worden aangeknoopt bij de in de jaren 1961 en 1962 reeds bereikte resultaten.' Merk op dat dit de eerste keer is dat de term 'kunstmatige intelligentie' door Beth wordt gebruikt. Van de term 'cybernetica' werd ook wel eens door anderen in deze kontekst gebruik gemaakt.

Een aantal van Beths voorstellen werd in het nieuwe contract opgenomen. [228] Er is tevens een op 25 juli 1963 gedateerd overzicht door Beth, waarvan de bewoordingen

[223]Rapport: Beth & Bok (1961); lezing: Beth (1965*a*).

[224]Bezoek en lezing Scott en Montague: zie 'Notulen stafcolloquia 1961 – 1963'; voor Scott, zie idem, 5 september1962, voor Montague 2 en 9 oktober 1962 en de december-zittingen.

[225]R.M. Montague, Interpretability in terms of models, Indagationes Mathematicae 27, (1965), pp. 467–476. R. Montague, 24 december 1962, Verslag verrichte arbeid; Beth – Presidium UvA, 6 december 1962 (uitbetaling Montague).

[226]F. van Scheepen (CETIS-groep voor logica), 'Memorandum aangaande besprekingen met prof.dr. E.W. Beth', dd. 19 juni 1962. Beth, 'concept programma van onderzoek' [alles in Beth-archief]. K.L. de Bouvère, 'Suggesties t.a.v. het nieuwe contract'.

[227]Beth, 'Overzicht van aard en doel van het onderzoek [...], Amsterdam, 25 juli 1963.

[228]Bijlage I van de Overeenkomst tussen de Europese Gemeenschap voor Atoomenergie en de Universiteit van Amsterdam, dd. 15 mei 1963 te Brussel.

licht afwijken van de meer officiële variant, maar soms ook duidelijker zijn (per item hieronder aangegeven met vierkante haakjes [Beth: ...].

a. Ontwikkeling van de methode der semantisch tableaux; eveneens in verband met de statistische en waarschijnlijkheidstheoretische toepassingen en voor de schatting van de tableaulengten der formules. [Beth: De methode der semantische tableaux, inzonderheid de statistische verdeling van de tableau-lengten in nader te bepalen klassen van formules.]

b. Onderzoek van de heuristische methoden nodig voor de oplossing van combinatorische problemen (bewijsvoering van stellingen, spelen). [Beth: Heuristische methoden voor de behandeling van kombinatorische vraagstukken, met bijzondere nadruk op de bewijsvoering in de logika en in de elementaire rekenkunde.]

c. Toepassing en ontwikkeling van de theorie der definities, ook in verband met de automatische formering van theorieën. [Beth: De theorie der definities en de theorie der modellen.]

*d. [Beths d.: De semantische grondslagen van intuïtionistische en modale logika.]

d. Onderzoek van de theorieën der relaties, met reductie van $n_{>2}$-plaatsige tot twee plaatsige relaties.[229] [Beths e: Reduktie van relaties met rang > 2 tot binaire relaties.]

e Toepassing van de methoden der logika in de mathematische linguïstiek, d.w.z. de theorie van Chomsky. [Beths f: Toepassing van methoden ontleend aan de mathematische logika op het gebied van de mathematische linguïstiek volgens Chomsky.]

f. Onderzoek van het begrip 'model', de axiomatiek van de getallentheorie en de verzamelingsleer en afsluiting van de onderzoekingen over modale logika. [Beths g: Grondslagen van de getallentheorie en van de verzamelingenleer.]

Item [*d.] is blijkbaar komen te vervallen, en wordt ook niet meer in het derde (aanvullings)contract genoemd. Hierna loopt derhalve de alfabetische opsomming van Beth en het officiële contract niet meer precies op. Wellicht ook, omdat volgens Beth het onderzoek naar pseudovaluatie en modale logica als afgesloten beschouwd kon worden. Volgens Heyting in zijn voorlopige eindverslag over 1963 is aan item [d.] (Beths item [e]) niets gedaan.

Onderzoek tweede contract. [230] In de periode van het tweede contract werden de al aangegeven lijnen van onderzoek voortgezet, zij het dat er van nu af aan ook een sterk linguïstisch accent aanwezig was. Men ging zich binnen dit kader toeleggen op de woordvolgorde van het Nederlands. De woordvolgorde valt vervolgens uit te breiden

[229] Oorspronkelijke tekst: Onderzoek van de theorieën der relaties, gespecialiseerd op de practische reductie van de relaties van hogere orde tot binaire relaties.

[230] Hierbij is gebruik gemaakt van de kwartaalrapporten over 1963 (drie van Beth, één van Heyting). Ontwerp eindrapport door Heyting over 1963 [alles in Beth-archief].

tot de volgorde van de zinsdelen. Dit werd gedaan met het oog op het automatische vertalen. Door budgettaire beperkingen werd echter het eerst in deze groep gesneden en kon het onderzoek naar de vertaalmachine niet tot een goed einde gebracht worden. De andere lijnen van onderzoek werden op de gewone wijze voortgezet. Het onderzoek van de Bouvère werd meer in de richting van toepassingen op linguïstisch gebied gericht. In dit opzicht kreeg hij bemoeienissen met de linguïstische deelgroep. Zijn modeltheoretische bezigheden hadden tot op zekere hoogte hier eveneens mee te maken. Maar met deze groep had nog iemand anders bemoeienissen: de naast Heyting als adviseur aangetrokken J.F. Staal. Naast Staal zou nu ook P.A.M. Seuren gaan optreden. De nu beginnende linguïstische deelgroep bestond nu uit Staal, Seuren en De Rijk. Later maakten ook Smits en De Bouvère hier deel van uit.

Taalonderzoek. De nu zwaarder wegende mathematische linguïstiek werd door Beth op de volgende manier begroet: [231]

'Het nieuwe onderzoek-programma voorziet in een uitbreiding van de werkzaamheden tot het terrein van de mathematische linguïstiek. Op grond hiervan maakten Dr de Bouvère, Drs de Rijk en Drs Seuren een begin met een onderzoek over de woordvolgorde in het Nederlands; het onderwerp is van zeer wezenlijk belang in verband met het streven naar een automatisering van het vertalen. De eerste resultaten schijnen erop te wijzen dat de keuze ervan een gelukkige greep is geweest.'

In verband met dit citaat kan men iets dieper ingaan op de combinatie van Beth en de mathematische linguïstiek. Hierbij moeten enkele punten de revue passeren. Een natuurlijke taal kan worden opgevat als een deelverzameling binnen een verzameling van alle mogelijke combinaties. Wat zijn dan de karakteristieken van een natuurlijke taal. Geeft dit een beslisbare deelverzameling? Hoe komt men aan die karakteristieken? Een ingang zou het systeem van Chomsky kunnen zijn. Wat kan men leren van andere dan natuurlijke talen? Met de volgende uiteenzetting in Beth (1963, p.20) is meteen de relatie met zijn 'konstanten van het wiskundig denken' en zijn link met de practische uitwerking daarvan duidelijk:

'Laat E de verzameling van alle eindige rijen van in de Engelse taal voorkomende woorden, en laat E_1 de deelverzameling van E zijn die uit alle grammatikale Engelse volzinnen bestaat. We stellen ons nu tot probleem, *de verzameling* E_1 *te karakteriseren*. Het meest voor de hand ligt nu een poging, de verzameling E_1 te karakteriseren met behulp van een passend gekozen beslissingsprocedure.'

In bovenstaand licht bezien is het onderzoek naar de woordvolgorde in het Nederlands, waar in het eerdere citaat van Beth over gerept werd, voor de hand liggend. Echter, de traditionele Engelse grammatica's tot dat moment leverden moeilijkheden op, die volgens Beth doen vermoeden dat E_1 *niet beslisbaar is*. Een uitweg biedt de aanname dat deze verzameling E_1 kanoniek is. Beth (1963, p.21): 'Zo'n kanonieke verzameling is in het algemeen te gekompliceerd om beslisbaar te zijn; wij kunnen haar niettemin konstruktief hanteren en rationeel beheersen omdat we de daartoe behorende woordrijen w door een passend gekozen algorithme geproduceerd kunnen denken.' En Beth vervolgde 'Nu is het werk van Chomsky ongedwongen te karakteriseren als een onderzoek

[231] E.W. Beth, Kwartaalrapport, 15 december 1962 tot 31 maart 1963 en 1 april 1963 tot 31 juni 1963.

naar de mogelijkheid van zo'n algorithme. Wat Chomsky pleegt aan te duiden als 'model' of als 'grammar' komt heel dicht bij een algorithme in de zin van Post; ik vermoed dat systemen als die van Chomsky in het algemeen wel in de door Post voorgeschreven vormen kunnen worden overgebracht.' Beth eindigde met: 'Chomskys methoden openen een mogelijkheid, een adekwate beschrijving te geven van gramatikale strukturen die te ingewikkled zijn voor een behandeling met behulp van een grammatika van het gangbare type.'

Chomsky en zijn transformationele grammatica-systemen springen ook vanwege de daaruit voortvloeiende twist met de toenmalige UvA-hoogleraar taalwetenschap A. Reichling sterk naar voren. Beth had m.b.t. de aanpak van Chomsky niet het idee dat men hiermee direct een oplossing voor alle problemen handen had. Hij stond zeer relativerend tegenover dergelijke systemen voor taalproblemen, maar vond dat men deze wel bestuderen moest om te zien of daar wellicht iets mee gedaan kon worden. Beth (1963, p.3): 'Voorts zullen deze beschouwingen, naar ik hoop, een zeker inzicht kunnen verschaffen in de wijsgerige achtergronden van wat ik wil aanduiden als *mathematische linguïstiek*; ik denk daarbij, behalve aan het reeds wat oudere werk van R. Carnap,[232] vooral aan de onderzoekingen van N. Chomky.[233] Ik ontveins mij natuurlijk geenszins dat wat de mathematische linguïstiek tot dusver heeft bereikt nog in genen dele beantwoord aan de rechtmatige eisen gesteld door de professionele linguïsten.' [234] Beth heeft het hier over rechtmatige eisen vanuit de linguïstische hoek. Beth geeft ze in dat opzicht gelijk. Hij is echter tegen het gebruik van onjuiste interpretaties van het werk van Chomsky, en daar maakt Reichling volgens Beth (1963, pp.22-24) ook gebruik van.

A. Reichling bracht een aantal terechte bezwaren tegen Chomsky naar voren. Echter Reichling vond daarbij dat men maar beter helemaal aan de systemen van Chomsky voorbij moest gaan. Zekere bezwaren van Reichling onderkende ook Beth. De volledige afwijzing van Chomsky, dus ook van onderzoek naar de mogelijke merites, zinde Beth niet. Dit leidde tot zijn dispuut met Reichling.

Aardig zijn ook Beths bespiegelingen over waaraan een dergelijke houding zoals die van Reichling te wijten valt. Er zijn enkele punten die naar voren springen. De in Nederland aanwezige afkeer bij A-opgeleiden van alles wat met de B-opleiding van doen heeft? Het dus niet kunnen of willen begrijpen van alles wat in de verte met wiskunde te maken heeft. Of was het afgunst en afkeer tegen bemoeienis en invloeden van buiten de eigen studie? Beth had met dergelijke zaken ook te maken bij de inrichting van de filosofiestudie en eens temeer bij die van de Centrale Interfaculteit. Deze was vooral in het leven geroepen om kruisbestuiving tussen de diverse wetenschappen te bevorderen. Niet alle filosofen waren het echter daar mee eens, en stelden zich tegen Beth te weer. Bij de filosofen had men ook nog te maken met omhoog gehouden irrationaliteit. Bovendien ging men bij de filosofen er aan voorbij dat men daar al vanaf de klassieke oudheid te maken had met logica en wiskunde als wezenlijke bestanddelen van de filosofie. Met betrekking tot Reichling meende Beth (1963, p.25):

'De felle kritiek van Reichling op het werk en de werkwijze van Chomsky is m.i. in

[232](Carnap, 1934).
[233](Chomsky, 1957).
[234](Reichling, 1961).

wezen een protest tegen de expansie van het wiskundig denken zoals deze zich gedurende de laatste decennia over een zeer breed front is gaan voltrekken. Het zou echter niet juist zijn, een dergelijk protest op rekening te stellen van de, overigens zeer verbreide, angst voor de wiskunde. Ik geloof dat het motief veeleer gezocht moet worden in beduchtzaamheid voor een zekere denaturering van de betreffende wetenschappen als gevolg van ongewenste invloeden uitgaande van andere wetenschapsgebieden. Dat dit motief bij Reichling een belangrijke rol speelt kan blijken uit zijn reeds aangehaalde beroep op een methodologisch purisme en uit de opmerkingen die hij hier en daar maakt over fysikalisme en logisch positivisme.'

Tableaus. Bij de ontwikkeling van de semantische tableaus — onder punt a. van het onderzoeksvoorstel — ging men in deze periode een steeds groter beroep doen op divers Europees rekentuig. Hiertoe verkreeg men voor het gehele project door een aanstelling van H. Fangmeyer ondersteuning bij het programmeren. Men kon nu in de IBM-7090 propositionele formules stoppen (input) en daar bewijzen voor terugkrijgen (output). Verder werd er door Van Westrhenen een programma voor deze machine ontworpen, dat diende als 'random generator' van propositionele formules.[235] In dit verband is het natuurlijk eveneens interessant om een directe formuletester te hebben. D.H.J. de Jongh en J.A.W. Kamp waren ook bezig met een computationele aanpak. In 1964 is, zij het na Euratom, door Kamp en De Jongh een automatische tester ontwikkeld voor de intuïtionistische propositiecalculus: LISP-Algol-programma voor de intuïtionistische propositiecalculus.[236] In later tijd is A. Hendriks op dit spoor doorgegaan, o.a. zijn proefschrift Hendriks (1996) vloeide hieruit voort. Illustratief is het aardig om hierbij te kijken tot hoever de hand van Euratom zich uitstrekte. Promotor was Renardel de Lavalette en als compromotor fungeerde D.H.J. de Jongh, J.A.W. Kamp zat in de promotiecie. De Jongh was indertijd bij Kleene op een onderwerp gepromoveerd, waarvan de basis lag in werkzaamheden die hij indertijd voor Beth in het kader van Euratom had verricht. Kamp is gepromoveerd bij Montague, die ook al bij Euratom ter sprake kwam, op taalkundig-logisch onderzoek, bovendien heeft Kamp net zoals De Jongh onderzoek voor Euratom verricht. Renardel de Lavalette is indertijd bij Troelstra gepromoveerd op een logisch onderwerp en is de theoretisch logische informatica ingegaan. Dit is dan het onderwerp, waar Beth tijdens Euratom het meeste geld in heeft gestoken. Troelstra zelf is zijdelings bij Euratom betrokken geweest en is gepromoveerd bij Heyting, die het Euratom-project tot een einde gebracht heeft.

Internationale contacten. Als gasten ontving men L. Hirschberg uit Brussel (Vrije Universiteit)[237] en S. Kripke (Harvard University en Institute for Advanced Studies). S. Kripke sprak op 20 augustus 1963 over intuïtionistische logica.[238] In augustus 1963

[235]S.C. van Westrhenen, A random generator for the sentential calculus, Automation (1968), pp. 85-92 [CETIS-rapport 43].

[236]R1014, codenr. JON 260364/7266, en idem R1057 codenr. 260364/8615.

[237]Opvallend is het heil dat men van Euratom-zijde meende te moeten zoeken in statistische analyse van taal. Zie hiertoe ook de brieven L. Hirschberg – Beth, 15 februari 1963, (Bruxelles); Beth – L. Hirschberg, 11 maart 1963.

[238]Notulenboek Euratom 1961 – 1963, 20 augustus 1963 en brief Beth – Presidium UvA, 23 augustus 1963; Kripke zat eerst al in Oxford voor het Logic Colloquium (notulenboek, 30 juli 1963).

werd door De Bouvère een reis naar Californië gemaakt, waarbij hij ook een bezoek aan het heilsoord Georgetown heeft bracht.

4.2.3 Derde contract

Doelstellingen derde contract. Het 'derde contract' was min of meer gelijk aan het tweede contract, maar wel met aanvullingen, in het bijzonder voor de items b., c. en e. van het tweede contract. Vreemd genoeg bleef d. met de reductie op binaire relaties gehandhaafd, alhoewel hier niets mee gedaan werd. [239]

a. Ontwikkeling van de methode der semantische tableaux. Schatting van de tableaulengte voor formules van verschillende types, met toepassing van de beschikbare statistische en waarschijnlijkheidstheoretische methodes.

b. Onderzoek van heuristische en andere methodes, nodig voor de automatische oplossing van combinatorische problemen (bewijsvoering voor meetkundige en andere stellingen, spelen). Hierbij zal mede aandacht worden geschonken aan en mogelijke vergroting van de interne adaptabiliteit van rekenautomaten aan de bijzondere aard van de ermee te behandelen problemen.

c. Toepasing en ontwikkeling van de theorie der definities, met inbegrip van noties als synonymie, interpreteerbaarheid, vertaalbaarheid, dubbelzinnigheid en analogie, met het oog op de rol die dergelijke noties spelen bij verdere automatisering van redeneer- en vertaalmachines

d. Onderzoek van de theorie der relaties, gespecialiseerd op de practische reductie van relaties van hogere rang tot binaire relaties.

e. Toepassing van de methodes der logica in de mathematische linguitiek, in aansluiting bij de theorieën van N. Chomsky. Afsluiting van het onderzoek naar de woord-orde in het Nederlands en uitbreiding ervan tot de overige Euratom-talen en tot het Russisch. Ontwikkeling van een generatieve, relationele grammatica voor het Nederlands en vervolgens voor andere talen, als grondslag voor de behandeling van het eigenlijke vertaalprobleem.

f. Onderzoek naar het begrip 'model', mede gericht op het vaststellen van de aequivalentie van bepaalde logische met bepaalde mathematische begrippen. Onderzoek op het gebied van de axiomatiek van getallenleer en verzamelingenleer. Verdere afronding van de onderzoekingen over modale logica.

De laatste contractperiode was er slechts één van drie maanden en werd voornamelijk gebruikt om verschillende onderzoeken af te ronden. Dit contract zal hier als een onderdeel van het derde contract beschouwd worden.

[239]Brief Beth – Commissie v.d. Europese Gemeenschap voor Atoomenergie, (Programmaleiding, Directoraat-Generaal Onderzoek), 15 september1963, Onderzoeksvoorstel, Bijlage I, 1. onderzoek betreffende toepassing van de mathematische logica. Zie ook brief K.L. de Bouvère – Beth, 30 september 1963, programma-aanvullingen.

Onderzoek derde contract. [240] Wederom zou het werk zijn normale beloop vinden, zij het nu met minder mensen. Niet alleen viel Beth weg, maar ook werd er vanwege het opdrogen van de gelden na 1964 ook gesneden in de rest van de groep.

Bruyn bleef bezig met pogingen tot automatisch bewijzen binnen delen van de projectieve meetkunde. Zijn deelverzameling was gebaseerd op de volgende primitieve begrippen: punt, lijn en incident.

De Bouvère onderzocht in hoeverre toepassingen van de logica van belang konden zijn bij automatische documentatie. Dit onderzoek is indertijd niet doorgezet. Bij Euratom-CETIS zelf waren overigens vrij veel mensen werkzaam met onderzoek naar documentatie-systemen.

Ook De Bouvère had zijn werkzaamheden te beëindigen. Hij deed dit door te laten zien dat, als theorieën synoniem zijn, hun corresponderende Lindenbaum algebra's isomorf zijn. Van Westrhenen probeerde in laatste instantie zijn statistische en waarschijnlijkheidstheoretische methoden ook nog op de leer van de definities van toepassing te laten zijn.[241]

De inmiddels uitgedunde taalgroep —P. Seuren was al vertrokken— beëindigde zijn werkzaamheden met rapporten over een eerste proeve van een analytische grammatica voor een gedeelte van de Nederlandse taal (J. Smits) en de zogeheten talen van Chomsky (R.P.G. de Rijk)[242] Voor de taalkundige afdeling werd een apart colloquium, 'De logische structuur der grammatica', door J.F. Staal geleid.

Internationale contacten. In deze periode bezocht D. Scott op 25 maart 1964 voor een tweede maal de groep met een lezing 'On the logic of tenses'.[243] Ook liet zich op 6 oktober 1964 S. Kanger (Uppsala Zweden), die eveneens aan bewijsmechanisatie werkte, zien met de lezing 'Equivalence of theories'.[244] E. Engeler (Minnesota en IBM Zürich) hield op 10 maart 1964 de lezing 'On formal languages associated with mathematical structures'.[245]

In deze contractperiode viel op 12 april 1964 het overlijden van Beth met aansluitend zijn begrafenis op 16 april. Ter herdenking werd aan de faculteit der natuurwetenschappen van de universiteit van Parijs een colloquium gehouden, waaraan een aantal (oud)leden van de werkgroep (Heyting, de Bouvère en Nieland) deelnam met het houden van voordrachten.[246] Adviseur A. Heyting nam na Beths overlijden het directoraat op zich.

---

[240] Hiertoe gebruik gemaakt van de kwartaalrapporten door Heyting.

[241] Westrhenen 1968.

[242] J. Smits, Preliminary to an analytic grammar for Dutch sentences, Automation (1968), pp. 221-241 [CETIS rapport 46]).

[243] Voor Scotts lezing, zie Notulenboek Euratom 1963 – 1964 en brief Heyting – Groenwoud (UvA), 24 maart 1964.

[244] Brief Heyting – Groenewoud (UvA, financiën), 6 oktober 1964. Volgens Notulenboek 1963 – 1964 van 6 oktober 1964 hield Kanger een lezing met de titel 'Logical analysis of the notion of 'a right'.

[245] Brief E. Engeler – Beth, 9 november 1963, brief E. Engeler – Heldring (secr. Grondslageninstituut), 2 maart 1964.

[246] E.W. Beth Memorial Colloquium, Logic and foundations of science (Paris, Institut Henri Poincaré, 19–21 May 1964), (ed. JL Destouches), Dordrecht (Reidel).

4.2.4 Personeel en kosten

De toegekende bedragen en de hoeveelheid personeel waren over de gehele contractperiode onderhevig aan schommelingen.

De hoeveelheid mensen, die aan het project konden werken was over het algemeen behoorlijk, zeker in vergelijking met de drie man sterke bezetting van Beths Instituut voor Grondslagenonderzoek. Welten bij betrokken.[247] Het totaal uitgegeven bedrag bedroeg f. 390.791,82, waarvan f. 357.390,83 personele kosten. Het restbedrag houdt dienstreizen, secretariaat, papier, huur van onderkomens etc. in. Het doel van het contract was zoals gezegd alleen onderzoek. De neerslag hiervan vormen de publicaties. Volgens Heyting bedroeg het totale aantal hiervan vijftig. De totale som gedeeld door het aantal publicaties levert een bedrag van f. 7.815,84 (f. 7.147,82 alleen personele kosten) per publicatie op. Prijsvergelijkend: in 1963 verdiende een gepromoveerd wetenschappelijk ambtenaar ongeveer f. 12.000,- met een volledige baan. Bij het Euratom-project werkten de meesten in deeltijd. Bij de betaling gebruikte men de normen van de universiteit.

Wij zullen nu de financiële gegevens nauwkeuriger gaan bekijken. Voor de uitgaven voorzag men voor de eerste vier kwartalen in een totaal-bedrag van f. 56.376,- en voor de volgende vier kwartalen in een totaalbedrag van f. 80.008,- Met deze financiële opzet voor de eerste twee jaren in het oog is het aardig om te kijken naar wat daarvan geworden is.

1961. Er werd f. 45.099,90 —waarvan f. 42.471,94 personele kosten— uitgegeven, waarbij men begon met acht man en eindigde met dertien man.

1962. Er werd f. 79.143,53 —waarvan f. 68.305,21 personele kosten— uitgegeven voor twaalf man, en als extra gedurende enige tijd de toegevoegde R. Montague.

Na deze periode had men te maken met een tweede, herzien, contract met een looptijd van 15 december 1962 tot 31 december 1963. Voor de looptijd van dit tweede contract was voorzien in de uitgave van een totale som van f. 129.299,- en een personele bezetting van zeventien man, waaronder twee adviseurs.

1963. Men begon met twaalf man en eindigde men met veertien. Als de twee adviseurs traden J.F. Staal en A. Heyting op. Bovendien had men ook nu weer voor enkele gasten te betalen. Over 1963 gaf men f. 124.754,90 uit —waarvan f. 113.987,39 personele kosten.

1964. Men begon met tien man en twee adviseurs. Bij het tweede kwartaal wisselde dit in negen man en één adviseur, men eindigde het kwartaal met tien man. Heyting had de directie van Beth overgenomen, Beth zelf kwam te vervallen en Staal bleef aan als de enige adviseur. Men gaf over deze periode f. 103.738,78 uit —waarvan f. 97.168,92 personele kosten.

1965. Men had nog alleen met het eerste kwartaal te maken. Men werkte met negen man en één adviseur (Staal). De uitgaven over het eerste kwartaal van 1965 bedroegen f. 38.054,71 —waarvan f. 35.457,37 personele kosten.

De boven gegeven kostenposten zijn gehaald uit kwartaalafrekeningen door Beth en de controle door het hoofd van de Afdeling Financiële Zaken van de UvA, D. Groe-

[247] Met dit leerzame project was het aardig dat jongelui zoals D.H.J. de Jongh, J.A.W. Kamp en A.S. Troelstra ervaring konden opdoen.

newoud. Naar later bleek maakte men ook op de financiële dienst van de UvA wel eens fouten. Derhalve zijn de berekeningen van Beth aangehouden, ook al omdat de verschillen miniem zijn. Om te beginnen met het 4e kwartaal van 1963 tot en met het einde —eerste kwartaal van 1965— zijn de afrekeningen van A. Heyting [te vinden in Beth-archief]. Uiteindelijk bleek er nog een post te zijn van f. 49.283,27, die volgens Heyting alsnog door Euratom betaald moest worden.[248] Inhoeverre dit met het eerste kwartaal van 1965 verrekend is, is niet uitgezocht. Deze post is in ieder geval niet bij de hoofdsom in het begin opgeteld.

Wat kreeg men voor deze bedragen terug? Dit valt aan de hand van de kwartaalrapporten te beschrijven. Deze rapporten zullen echter, zoals te verwachten doordat de opsteller daarvan uit Beth bestond, geen al te negatief beeld geven. Tenslotte is er nog gebruik gemaakt van een door Heyting samengesteld voorlopig eindrapport over 1963. Van Beth zijn overigens geen eindrapporten bekend over het eerste contract (1961 t/m 1962) en het tweede contract (1963). Heyting wenste pas een eindrapport bij het einde van het onderzoek in te dienen. Behalve het voorlopige rapport van Heyting over 1963 is er verder niets aan eind- of evaluatierapporten te bekennen, ook niet in het Heyting-archief. Van een alomvattend eindrapport over alle jaren is geen sprake, hetgeen wel opmerkelik genoemd kan worden na al die jaren.[249]

4.2.5 Evaluatie

Wat leverde het Euratom-contract op? Dit is een niet zo eenvoudig te beantwoorden vraag. Heyting vond het ook al moeilijk in zijn ontwerp-eindrapport over 1963:

‘Het onderzoek gedurende deze periode stond onder leiding van wijlen prof.dr. E.W. Beth, die als enige het werk geheel overzag. Zijn ziekte en overlijden onmiddellijk na de verslagperiode hebben een leemte veroorzaakt, die wellicht ook in dit overzicht merkbaar is. Het is mogelijk, dat op sommige punten de toelichting ontbreekt, die alleen hij had kunnen geven.’

In het al geciteerde stuk van Beths hand in de sectie ‘doelstellingen en onderzoek’ wordt toch behoorlijk aan deze klacht van Heyting over een leemte tegemoet gekomen.[250] Men kan er echter niet onderuit althans een poging te doen tot een evaluatie, maar het blijft gissen naar de precieze bedoelingen van Beth. Voor een deel is al getracht een antwoord op deze vraag te geven in de loop van dit hoofdstuk.

In de eerste plaats kan men vermelden dat er een aantal rapporten is opgesteld, waarmee men indertijd binnen de werkgroep niet veel gedaan heeft. Het betreft het werk van A. Ghose, W.A. van der Moore en B. Germansky. Dit hield onderzoek in naar verzwakkingen van de Peanose rekenkunde gerelateerd aan modale logica en onderzoek naar bewijsverkortingen. De belangrijkste opzet was het komen tot machinaal bewijzen. Dit doel is bij lange na niet behaald. Wel zijn er kleine resultaten op deelterreinen behaald. De moeilijkheden en de haalbaarheid bij de beslissingsmethoden door middel van tableaus werden wel onderkend, maar niet opgelost. Ook de stochastische

[248] brief Heyting – R. Wiessing (Euratom), 23 december 1964.

[249] Brief Heyting – Carpentier, 16 september 1964.

[250] ‘Euratom’ als deel van E.W. Beth, The Institute for the Foundations and the Philosophy of the exact Sciences, dagtekening november 1961, stencil.

benadering en de heuristiek boden in dit opzicht geen uitkomst. Hoe lag de zaak bij bij specifieke theorieën? Hier dringt het meetkundige werk van Bruyn zich op. Dit werk is gedurende de contractperiode niet echt van de grond gekomen en in een eerste aanzet blijven steken. De werkzaamheden van Beth zelf hadden naast een uitstapje naar de meetkunde en heuristiek vooral te doen met de logica zelf. Dit had hij evenwel zonder de Euratom-werkgroep ook wel gedaan. Men kan zeggen dat het toch min of meer in de lijn van een deel van zijn werkzaamheden en interesse lag en dat hij daar geen Euratom-werkgroep voor nodig had.

Een ander subdoel was het leveren van een vertaalmachine. Deze is er niet gekomen. Wel behoorde men binnen deze Euratom-groep tot de eersten in Nederland, die dit onderzoek deden vanuit een algebraïsch en logisch getinte achtergrond. Men was derhalve in Nederland de eerste groep die deze methoden in een groter opgezet verband trachtte te gebruiken en tot op zekere hoogte uittestte. Nieuwe resultaten zijn evenwel uitgebleven. Maar hierin weken zij niet af van latere, inmiddels ook afgesloten projecten, zoals Eurotra en Rosetta. Die projecten hebben naar verhouding veel meer geld gekost.

In Nederland zijn later op bewijsmechanisatie nog velen aan het werk geweest. De meest in het oog vallende hierbij is N.G. de Bruijn aan de Technische Universiteit Eindhoven met zijn 'Automath', en de deels in zijn voetsporen tredende H. Barendrecht aan de Radboud Universiteit in Nijmegen.

Bij dit alles kan men zich afvragen waarom men niet iets breder trachtte te profiteren van al in Nederland van de grond komend onderzoek. Om de hoek had men het Mathematisch Centrum (nu Centrum voor Wiskunde en Informatica). Daar was eveneens onderzoek en expertise aanwezig op het gebied van informatica, ja zelfs het produceren van hardware. Het lag er niet aan dat men elkaar niet kende. Als voorbeeld: Beth en Van Wijngaarden kenden elkaar, zo ook Beth en N.G. de Bruijn. N.G. de Bruijn had zelfs interesse in logica, zoals we al gezien hebben. Beth en Heyting gaven zo nu en dan cursussen aan het MC. Was Beth bang dat hij overvleugeld zou worden door de sterke persoonlijkheden, die op het MC rondliepen? Maar men kan hierbij nogmaals vermelden dat er ook geen intensief conatct was met andere groepen van Euratom. Dit gebeurde niet van de kant van Beth, maar ook werd er geen contact door anderen met beth gezocht. Wel had men contact met Ispra, maar dat was vooral op bestuurlijk niveau of het gebruik van rekenapparatuur of programmeurs.

In de loop van dit hoofdstuk is opgemerkt dat de opbouw van expertise en overdracht van kennis niet als doelstellingen in het contract aanwezig waren. Toch hebben vooral deze aspecten in de loop der jaren een steeds groter gewicht gekregen. Juist de wetenschappelijke aanzet, zoals wel in de contracten opgenomen, en de aan het project gekoppelde werkgroepen, waaraan vele mensen deelnamen die niet op de loonlijst stonden, hebben op de lange duur meer succes opgeleverd dan de contractuele productie. Dit wordt ten dele weerspiegeld door de positie van de combinaties tussen logica, taal en informatica in later tijd en de sterke positie die deze verworven hebben in Nederland.[251]

Aparte vermelding verdient het feit dat met de Euratom-werkzaamheden ook het werk aan proefschriften werd binnengebracht — hoewel dit ook geen contractdoel was.

[251](de Jongh & van Ulsen, 2000).

Al eerder is vermeld dat een deel van de projectmedewerkers voornemens was bij Beth te promoveren, evenals P. Braffort en F. van Scheepen. Door de plotselinge dood van Beth is daar niet veel meer van terecht gekomen. Wel is D.H.J. de Jongh bij Kleene (Madison) gepromoveerd op een onderwerp, dat deels voortborduurde op zijn werk bij het Euratom-project.[252] Ook Van Westrhenen is later gepromoveerd op materiaal, dat deels uit zijn Euratom-periode stamde.[253]

5 Beths buitenlandse contacten

5.1 Beth als netwerker

Beths logische contacten waren te vinden in Europa en de Verenigde Staten. Voor de Tweede Wereldoorlog was Beth geen speler van betekenis. Zijn buitenlandse contacten verliepen toen vooral met Duitsland en België. Wel was hij al vóór de Tweede Wereldoorlog met de Pool Tarski in aanraking gekomen en werd hij beïnvloed door de denkbeelden van de Wiener Kreis. Na de Tweede Wereldoorlog breidden zijn contacten zich snel uit.

Men kan zich afvragen waar in die tijden een in de logica geïnteresseerde Nederlander zijn heil dan wel moest zoeken bij de nog niet sterk ontwikkelde logische of wetenschapsfilosofische traditie in Nederland. Het aanbod uit het buitenland was in die politiek, economisch en sociaal zo verwarde tijd rond de Tweede Wereldoorlog ook niet overweldigend, maar enkele gebieden vallen op: de logica en topologie in Polen en Duitsland. Het belang van Göttingen en Berlijn was echter al aan het afbrokkelen, over bleef in die tijd voornamelijk Münster. Het al zo vroege centrum Oostenrijk was in die tijd evenals Duitsland in verval. Veel mensen van de Wiener Kreis waren uit dat land verdwenen. Frankrijk bevond zich in een halfslachtige positie. Door de denkbeelden van Poincaré en een blijkbaar aanwezige aversie tegen logica speelde dit land toch een geringere rol dan men gezien het wiskundige prestige zou verwachten.

Midden-Europa. Op het gebied van wiskunde, grondslagen van de wiskunde en logica had juist Duitsland een lange geschiedenis. Hier is in de periode om de Tweede Wereldoorlog weinig van overgebleven. Een deel van de mensen was gevlucht, anderen waren gestorven. De dood van Hilbert in 1943 vormde voor Göttingen het sluitstuk van de terneergang van logisch onderzoek. De aanzet hiertoe was al eerder gegeven of versneld door de arisering annex nazificering van deze universiteit. In hoogtijdagen van logisch onderzoek in de jaren twintig kon men hier J. von Neumann, A. Schmidt, W. Ackermann, K. Schütte, P. Bernays, J. Herbrand, G. Gentzen H.B. Curry en vele anderen vinden. Na de oorlog was daar niet veel van overgebleven. Ook Berlijn speelde geen rol meer: H. Reichenbach, G.C. Hempel en W. Dubislav waren gevlucht, K. Grelling vermoord. Beth had met de na de oorlog in de Verenigde Staten woonachtige Reichenbach en Hempel nadien zo nu en dan contact.

Het in Duitsland opererende nationaal-socialistische regiem was de meer formeel-wiskundig georiënteerde studieën niet goed gezind. Hierover valt uit een naoorlogse

[252](de Jongh, 1968).
[253](van Westrhenen, 1969).

brief van H.R. Müller te citeren: [254]

'Ich selbst hatte mich vor meiner Militärdienst (1941 – 1945) ob der Schwierigkeiten, die ich unter dem damaligen Regime mit meiner logistischen Arbeit hatte — wurde dies doch vielfach als 'Judenmathematik' abgetan — anderen Dingen zugewandt und beschäftige mich auch seit Kriegsende eigentlich nur mehr mit Geometrie, Differentialgeometrie, Nicht-Euklidischer Geometrie usf.'

De toestand in Duitsland was niet overal even slecht. Sommige universiteiten hadden een zwaarder nazificeringsproces ondergaan dan andere. Heidelberg is een berucht voorbeeld. H. Scholz heeft in Münster nog wel kunnen functioneren. Hij stond daar wel onder grote druk: [255] 'Unsere Grundlagenforschung ist während des Krieges durch Herrn Steck von der T.H. München und seiner Münchener Freunde auf das Schwerste bedroht worden.' Steck had op de partijdrukkerij een werk gepubliceerd, waarin Hilbert en zijn navolgers verantwoordelijk werden gesteld voor de decadentie 'des mathematischen Geistes im Deutschen Raum und in der Welt'.[256] Dit soort met instemming van de partij uitgegeven werkjes deed Scholz het ergste vrezen voor de voortzetting van zijn arbeid. Ook Gentzen heeft zich nog aan de logica kunnen wijden, zij het dat het onderzoek naar contradictieloosheid van verschillende systemen bij hem vooropstond. Beth zelf had vóór de Tweede Wereldoorlog een korte correspondentie met Gentzen gevoerd. Beths naoorlogse werk bouwde voort op Gentzens methoden. Joden waren op universitaire plaatsen verwijderd, zoals E. Landau te Göttingen. Een ander punt was het benadrukken van technische wiskunde, die men nodig heeft voor de opbouw en instandhouding van een militair-industrieel complex. In Duitsland is Th. Vahlen hiervan een goed voorbeeld. Hierdoor houdt men minder geld over voor de ontwikkeling van de zuivere wiskunde. Dit is overigens niet iets, wat specifiek is voor het nazidom.

Met de nazi-ideologie kan men zich afvragen of er binnen een volk stammende wiskunde aanwezig is.[257] Ook Beth had, zij het vanuit een onderwijskundig standpunt, belangstelling voor de typenpsychologie van Jaensch en Althoff: Beth (1939/40). Suggesties hiertoe zijn onder anderen door L. Bieberbach gedaan aan de hand van de door de psychologen E.R. Jaensch uit Marburg en F. Althoff ontwikkelde typenpsychologie.[258] De twee grondvormen binnen deze typen waren hier J(ntegrationstypus) en S(trahltypus). De J-typen worden gekenmerkt door stabiliteit, conceptueel denken en een perceptueel voorstellingsvermogen. Vooral de laatse twee zaken zijn van belang voor het bedrijven van het soort wiskunde, dat Bieberbach voor ogen stond, maar minder bij de meer axiomatisch aanpak. Algebraïsche oplossingen van meetkundige problemen kan men binnen een dergelijke opvatting afwijzen als niet constructief en niet inzichtelijk meetkundig. Bieberbach (1952, pp. 53–54) had dan ook weinig op met Van der Waerdens formeel-algebraïsche aanpak. De S-typen hebben deze eigenschappen niet, zij zijn meer instabiel, gedesintegreerd, te rationalistisch en neigen tot

[254] Brief H.R. Müller – Beth, 27 september 1949, (Graz).
[255] Brief H. Scholz – Beth, 24 augustus 1946, (Münster).
[256] (Steck, 1942).
[257] Voor de positie van Th. Vahlen, L. Bieberbach (Deutsche Mathematik) en de psychologen E.R. Jaensch en F. Althoff (typen-psychologie), etc.: Mehrtens (1987, 1989) en Segal (1986).
[258] (Jaensch, 1941).

formalismen in de wiskunde. Men kan nu een product samenstellen van deze typen met diverse rassen, zoals oriëntaals-oosters (d.w.z. joods), noords, dinarisch etc. Meestal heeft men te maken met mengtypen. Volgens Bieberbach, in navolging van de beide psychologen, zijn echte zuivere typen zeldzaam. Het noordse ras tendeert tot J3, het oosterse tot S. Men fabriceerde bij de J nog de ondertypen J1, J2 en J3. Gauss werd zo gequalificeerd als (Nordisch-Falisch, J2).

Men wenste een wiskunde, die zich niet van zijn omgeving afsloot, jazelfs daar een organisch deel van uitmaakte. Niet alleen het volk krijgt onder invloed van volksvreemden niet het soort wiskunde waar ze recht op heeft, ook de natuur niet. Vahlen en Ph. Lenard zagen in de meer formalistische ontwikkelingen een teloorgaan van goed bij de natuurkunde aansluitende vormen, het geheel verwerd op deze wijze tot een soort autistische wiskunde. Wel is opvallend dat in het door Bieberbach opgezette blad Deutsche Mathematik in 1942 aan de Münsteraar H. Scholz de gelegenheid werd gegeven om onder de rubriekstitel 'Belehrung' met een artikel van ongeveer 40 bladzijden met de titel 'Was will die formalisierte Grundlagenforschung' te komen.[259] Hierin verdedigde hij de formalistische aanpak en logica tegen de talrijke aanvallen — ook van de kant van Deutsche Mathematik. Meer nog, Scholz bejubelde uitvoerig Tarski, als een Poolse Jood toch een typisch voorbeeld van (oosters/oriëntaals, S)-wiskunde. Maar hoe men over ideologische aspecten ook oordeelt, enkele zaken laten zich goed vaststellen. Het aantal studenten in de wiskunde is in die jaren sterk teruggelopen, het onderzoek lag in vele vakken stil en de wetenschappelijke centra waren ineengezakt.[260]

Na de oorlog zou in Duitsland de belangstelling voor logica weer opbloeien. In de eerste plaats kan daartoe het logica-instituut van H. Scholz, met als naaste medewerker H. Hermes, te Münster (Westfälische Landes-Universität) gerekend worden. Gentzen was kort na de bevrijding van Tsjecho-Slowakije op 4 augustus 1945 in een Praagse politiecel gestorven. H. Scholz: [261] 'Der grösste Verlust für uns ist Herr Gentzen. Er ist im Mai des vergangenen Jahres in einem Prager Gefängnis zu Grunde gegangen. Er hatte zu uns [Universiteit Münster] stossen und hier mit uns zusammen arbeiten wollen.' Zonder al van zijn toekomstige gebruik van Gentzens systemen te weten meende Beth: [262] 'Der Tod Gentzens ist für die deutsche Wissenschaft ein schwerer Verlust.' Göttingen herkreeg niet meer de belangrijke plaats binnen de grondslagen van de wiskunde. Het Münsterse logica-instituut had al voor de oorlog sterke bindingen met de Warschause logica. Niet alleen bezocht Scholz voor de oorlog Warschau, het is hem ook gelukt om op 21 december 1938 de Pool J. Łukasiewicz ter gelegenheid van diens zestigste verjaardag een eredoctoraat aan de toen nog Westfälische Wilhelms-Universität te Münster te laten aanbieden. Hier, wel diep in de provincie, heette de logica en zijn Poolse beoefenaar nog: [263]

'Sie ehrte durch diese Verleihung einen bahnbrechenden Forscher aus dem Bereich der mathematischen Logik und Grundlagenforschung, einen Historiker, der an entscheidenen Stellen eine grundlegend neue Auffassung der Geschichte der abendländischen Lo-

[259](Scholz, 1942).
[260](DMV, 1990).
[261]Brief H. Scholz – Beth, 15 juli 1946, (Münster).
[262]Brief Beth – Scholz, 28 juli 1946; voor Gentzen en het nationaal-socialisme: Menzler-Trott (2001).
[263]Amtsblatt der Westfälischen Wilhelms-Universität Münster 2 (-1), (1.I.1939),

gik in strenger Begründung bearbeit hat, und einen Logiker, der sich mit einer vorbildlich universalen, völkerverbindenden Geisteshaltung für das Werk des größern deutschen Meisters Gottlob Frege führend eingesetzt hat.'

Kort na de oorlog zou Łukasiewicz opnieuw van de gastvrijheid der Duitsers gebruik maken. Scholz claimde zijn redding.[264] Bochenski maakte er bij Beth melding van dat Łukasiewicz in Duitsland in een kamp voor ontheemden zat. Zijn boeken en aantekeningen waren verloren gegaan. Over Scholz wist Bochenski niets dan goeds te melden. Volgens hem was deze in de weer geweest om te trachten Poolse logici uit Duitse concentratiekampen te halen, voor Salamucha moest hij daar zelfs persoonlijk een kamp voor in, wat hem op een ernstige reprimande is komen te staan. In 1940 had Bochenski al bij de Poolse regering in ballingschap Scholz voorgedragen om diens naam te plaatsen in het door hen aangelegde 'witboek', dat de namen bevatte van 'goede' Duitsers. De goede relaties, die Beth met Scholz onderhield, dateren al van vóór de oorlog. Tarski en Beth hebben nogal wat lezingen in Münster gehouden. Binnen de logica ging de voorkeur van Scholz uit naar de modeltheorie. Daarnaast had Scholz grote interesse in de geschiedenis van de logica. Scholz had overigens heel eigenaardige, haast theologische, ideeën over logica en wiskunde.[265] Scholz vervulde na de oorlog een rol in het weer op poten zetten van logisch getinte studiën in Duitsland. Ook in deze hoedanigheid zal men hem bij Beth nogal eens tegenkomen. Later zat H. Hermes in Münster. Beth onderhield verder contacten met P. Lorenzen aan de universiteit van Kiel, met zijn op Beths tableaus gebaseerde spelen. Ook met Ackermann, Schütte, A. Schmidt (Marburg) en Hasenjaeger voerde Beth correspondentie. Tenslotte was ook de aan de Humboldt-Universität te Berlijn (DDR) verbonden logicus K. Schröter een wetenschappelijke kennis van Beth. Met Duitsland had Beth overigens niet louter op vaktechnisch gebied te maken. Beth was er direct na de oorlog zeer geïnteresseerd in om de bestudering van logica en grondslagen van de wiskunde in Duitsland weer te zien bloeien, en verder — om dit te bevorderen — in Duitsland zo snel mogelijk de nog aanwezige beoefenaren daarvan nationaal en internationaal te organiseren, en ze zodoende weer te betrekken bij de internationale lopende gang van zaken.

In Oostenrijk was gedurende de Nazi-tijd min of meer alles van belang verdwenen. Alleen in Innsbruck had men op het einde van de vijftiger jaren W. Stegmüller, waar Beth in zijn laatste jaren zo nu en dan mee te maken had. Wel bezocht Beth af en toe de jaarlijkse congressen van de Oostenrijkse wiskundige vereniging.

In Zwitserland vervulde de Eidgenössische Technische Hochschule te Zürich een belangrijke rol. Hilberts vroegere medewerker P. Bernays sleet zijn dagen in Zürich. Beth was gedurende de oorlogsdagen begonnen hem te schrijven over verzamelingenleer en het platonisme in de wiskunde. Naderhand zou Beth nog werk van Bernays uitgeven bij North-Holland. F. Gonseth organiseerde te Zürich wetenschapsfilosofische colloquia, daarnaast was hij redacteur van het blad Dialektika. Hij was de drijvende kracht achter het in Zürich gevestigde Forum Dialecticum, Internationales Fo-

[264] Brief H. Scholz - Beth, 24 augustus 1946, (Münster).

[265] Brief Beth – Meyer, 5 januari 1941, (Amersfoort). En verder H. Scholz, Mathematische Logik und metaphysik, *Philos. Jahrbuch der Görres-Ges.* 51, (1938) en Beth (1965*b*), p. 68.

rum Zürich.[266] Bovendien was hij een drijvende kracht achter de oprichting van talrijke organisaties op nationaal — de Société Suisse de Logique et de Philosophie des Sciences — en internationaal niveau op het gebied van de logica en wetenschapsfilosofie. Vooral op dit laaste terrein zou hij met Beth veelvuldig de degens kruisen. De algebraïcus en wiskundehistoricus B.L. van de Waerden was na her en der een professoraat vervuld te hebben uiteindelijk vanuit de Universiteit van Amsterdam aan de Universiteit van Zürich terecht gekomen.[267] Met hem discussieerde Beth over het belang van Kant: van der Waerden stond postief tegenover Kant, Beth niet. Op Beths relatie met Piaget is al in het begin van dit rapport gewezen. Beths kennis I.M. Bochenski zat in Fribourg (Freiburg, Zwitserland). Hiernaast had Beth wel eens contact met Bernays' assistent G. Müller, met E. Specker en de aan de universiteit van Zürich verbonden K. Dürr.

De latijnse landen. De beoefening van logica en aanverwante zaken in Frankrijk geschiedde in deze periode voornamelijk door wiskundigen. Overigens moet gezegd worden dat dit niet met veel vreugde beoefend werd, of om Bochenski in een brief aan Beth uit 1946 te citeren:

'[C]'est que la situation française me parrait vraiment alarmante. La logique semble ne pas exister sérieusement dans ce pays. Et penser aux répercussions au Canada, dans l'Amérique du Sud, etc.! Il serait grand temps de donner aux Francais au moins un 'Abriss', type Carnap.'

Volgens Beth beschouwde men in filosofische kringen binnen Frankrijk en België mathematische logica als een rooms-katholieke discipline.[268] Als filosofen zich in die landen met logica bezighielden dan was dit meestentijds een soort semi-symbolische logica. In België: Barzin, Perelman, Devaux en Apostle.

Beth ging in Frankrijk vooral om met wis- en natuurkundigen. In de eerste plaats kunnen J.L. Destouches (verbonden aan het Institut Henri Poincaré te Parijs; de directeur van dit instituut was indertijd E. Borel) en P. Destouches-Février genoemd worden. Dezen hielden zich vooral bezig met de methodologie van de natuurwetenschappen. In het bijzonder de quantumlogica mocht zich in hun belangstelling verheugen. Een plaats waar men wel de mogelijkheid had logici aan te treffen werd in Parijs gevormd door de CNRS met zijn grote wetenschappelijke staf. Behalve deze uit vakinteresse voortgesproten kennissen had Beth in de loop der tijden te maken met vele Fransen van allerlei slag — ook filosofen. Dit kwam door het vele organisatorische werk van Beth. In tal van organisaties waren Fransen aanwezig en drukten hun stempel op het reilen en zeilen van subsidies verstrekkende organen. In dit verband kunnen de filosoof R. Bayer (hoogleraar aan de Sorbonne te Parijs) en de als hoogleraar aan de faculté des Sciences te Parijs verbonden A. Châtelet genoemd worden. Châtelet zat in de Société Française de Logique et Philosophie des Sciences en heeft allerlei functies in internationale organisaties vervuld.

In de jaren dertig heeft Beth enige tijd in België gestudeerd. Onder meer onderhield

[266] International forum of Zürich, Centre international de synthèse et de rencontres.
[267] In Zürich waren twee instellingen voor hoger onderwijs: de ETH Zürich en de Universiteit van Zürich.
[268] Brief Beth – Martin, 9 januari 1959.

hij zich met de als hoogleraar aan de universiteit van Brussel verbonden M. Barzin, de wiskundige Errera, en met de kantiaan H.J. de Vleeschauwer uit Gent. Later breidde hij zijn kennissenkring uit met de Leuvense hoogleraar en de kanunnik R. Feys en de aan dezelfde universiteit als hoogleraar verbonden J. Dopp. Daarnaast kende Beth Ch. Perelman, Apostel, Ladrière en A. Borgers. Dopp, Feys, Borgers en Ladrière hielden zich bezig met mathematische logica. Ook gaf Beth boeken uit bij de Standaard Boekhandel in Antwerpen. Daarnaast was Beth lid van het in Brussel onder beheer van Vader S. Dockx — verbonden aan het Collège de Saint Thomas te Leuven — gevestigde instituut voor theoretische wetenschappen. Hierdoor was Beth op een aantal door deze instelling georganiseerde colloquia als spreker of toehoorder aanwezig. In het kader van de diverse verenigingen had Beth veel met de Belgische logici en hun nationale vereniging, Société Belge de Logique et de Philosophie des Sciences, te maken. In het begin van de jaren zestig van de twintigste eeuw heeft Beth als docent enkele keren deelgenomen aan de cursussen, die gegeven werden in het kader van de in Brussel gehouden internationale vervolmakingscursussen voor doctoren en licentiaten in de wiskunde. Het was P.G.J. Vredenduin, die aan Beth vroeg om hieraan mee te gaan doen.[269] Het leek Beth wel wat, en derhalve nam hij al snel met de organisator J.J. van Hercke contact op.[270] In het jaar 1963 viel Beth al uit door ziekte en werd vervangen door zijn assistente E.M. Barth.[271]

De beoefening van logica en de grondslagen van de wiskunde was in Italië op het einde van de negentiende en het eerste decennia van de twintigste eeuw sterk ontwikkeld. In het Italië van Beths tijd springt een terugval van logica en wetenschapsfilosofie naar voren. Op resultaten uit de Italiaanse bloeiperiode bouwde Beth met zijn definitiestelling voort. Reeds in de periode 1950 – 1951 is in Italië een vereniging voor logica — de Societa' Italiana di Logica e di Filosofia delle Scienze — opgericht, wat vooral vanuit Turijn en Rome gepousseerd is.[272] In den beginne speelde de wiskundige F. Severi (Rome) hier een rol bij. Beth zou op verzoek van G. Vaccarino als 'consulting editor' van het in Milaan uitgegeven blad Methodos gaan optreden.[273] Volgens Beth werd in Italië in tegenstelling tot de Franse landen logica weer beschouwd als een soort vrijdenkers-discipline.[274]

Over de Spaans sprekende landen valt buiten Argentinië weinig te zeggen. In Argentinië had men al vanaf 1940 de Associación Argentina de Epistemología, die opgericht was door Luciano Allende Lezama.[275] In het kader van deze vereniging werd het tijdschrift Episteme uitgegeven. Spanje zelf werd in die tijd vooral beheerst door de filosofie van Zaragueta.

[269]Brief P.G.J. Vredenduin – Beth, 20 juli 1960, (Amersfoort); brief Beth – Vredenduin, 21 juli 1960 (Beth doet mee).

[270]Aanzet: J.J. van Hercke (ministerie van onderwijs België) – Beth, 3 augustus 1960, (Brussel) (bevestigt Beths deelneming).

[271]Brief Beth – van Hercke, 26 maart 1963, 24 juli 1963.

[272]Bollettino circolare No 1 van de Societa' Italiana di Logica e di Filosofia delle Scienze.

[273]Beth consulting editor van Methodos, A Quaterly Review of Methodology and of Symbolic Logic, published under the auspices of the Italian Centre of Methodoloy and Language Analysis te Milaan; brief G. Vaccarino – Beth, 26 mei 1948, (Giammoro). Bochenski had Vaccarino op Beth gewezen.

[274]Brief Beth – Martin, 9 januari 1959.

[275]Brief Eddy A. Fresone (secretaris v.d. Associacíon) – Beth, 20 juli 1953, (Buenos Aires).

Noord-Europa. Ook in de Scandinavische landen was er een logicatraditie. Voor Noorwegen werd deze bepaald door I. Johansson en Th. Skolem (en in mindere mate door A. Naess). In Zweden betrof het op het eind van Beths leven zich manifesterend onderzoek naar op Gentzen-systemen geënte pogingen tot mechanische bewijsbaarheid. Beth was zeer te spreken over S. Kanger in Stockholm en Uppsala. Ook met Kangers leerlingen zoals Prawitz had Beth later nog te maken. In Finland betroffen Beths contacten in de eerste plaats J.J.H. Hintikka, in mindere mate G. von Wright. Verder had men daar nog Ketonen en Valpola. Door von Wright zou er in Finland een vereniging voor logica en wetenschapsfilosofie ontstaan.

In Engeland had Beth met de als hoogleraar aan de London School of Economics verbonden K.R. Popper goed contact, met de anderen minder. Dit kwam doordat in Engeland een sterke nadruk gelegd werd op analytische filosofie, taalfilosofie en commonsense filosofie. Dit waren bezigheden, die niet Beths eerste prioriteit hadden. Voor het uitgeven van artikelen en het opzetten van organisaties had Beth contact met Crombie. Gedurende 1951 hield Beth op diverse plaatsen in Engeland lezingen: Cambridge, University, University of Leeds, en in Londen. Vermeldenswaard is nog dat Beth ook nog enige correspondentie met de naar Engeland geëmigreerde M. Löb gevoerd heeft over vertaalwerk door Löb van het Duits naar het Engels van een verder niet van de grond gekomen uitgave van werk door P. Lorenzen. Ook op het punt van aanbevelingen voor banen voor Löb heeft Beth zich indertijd nog enige inspanning getroost. Later zou Löb in Amsterdam op de stoel van Beth terecht komen als opvolger van H.B. Curry. Onder Löbs voortvarende leiding werd in Amsterdam de afdeling logica met de leerstoel van de Centrale Interfaculteit naar de Wiskunde overgeheveld.

Oost-Europa. Gezien de rol die Tarski in de wetenschappelijke ontwikkeling van Beth vervulde, zal er zowel op Tarski alsook op zijn Poolse achtergrond uitgebreid worden ingegaan. Als oervader van de Poolse filosofie valt K. Twardowski te beschouwen, die indertijd nog bij Brentano in Wenen gestudeerd heeft.[276] Bij de op hem volgende generatie maakte een aantal mensen een duidelijke keuze voor logica en verzamelingenleer. In het bijzonder zijn hiertoe J. Łukasiewicz en S. Leśniewski te noemen. In dit verband valt E. Luschei te citeren: [277]

‘He [Leśniewski] left the elaboration of certain of his fundamental semantic and metalogical insights to Tarski, who shared the conviction that the semantics of formalized languages alone can be rigorously treated, despite a divergent inclination to investigate problems of meaning and truth in abstraction from context, and to ‘postulate’ what he needed to simplify formal deductions, which detracts from the philosophical value of Tarski’s in many respects original and mathematically brilliant research.’

Bij Łukasiewicz en Leśniewski was er een duidelijke filosofische ondergrond en vraagstelling. Naast toepassingen op buiten de logica liggende, maar misschien door middel van logische methoden aan te scherpen en te verduidelijken probleemstellingen, ging hun belangstelling uit naar onderwerpen zoals antinomieën, naar wat een logische theorie nu precies is, naar de axiomatiek met de vraag waaraan een bewijs moet voldoen om

[276](Woleński, 1989).
[277]Brief E. Luschei – Beth, 29 september 1960, (Chapel Hill).

een bewijs genoemd te mogen worden, naar het waarheidsbegrip en naar de rol van de natuurlijke en geformaliseerde talen. Hierbij speelden begrippen zoals het semantisch gesloten zijn bij natuurlijke talen een rol. De introductie van dit laatste begrip heeft zijn weerslag op het beschouwen van antinomieën. Ook van de klassieke logica afwijkende systemen werden in ogenschouw genomen. Dit gebeurde door het werken met meerdere waarheidswaarden zoals bij Łukasiewicz of het door middel van operatoren geheel anders opzetten van systemen.[278]

Bij het laatst aangeroerde speelt het gebruik van algebraïsche en topologische modellen — die zich door de juiste representatiestellingen veelvuldig met elkaar verbonden weten — een grote rol. Dit brengt een volgend onderwerp in: de opbloei van de verzamelingenleer en de topologie in Polen.[279] Evenals de Poolse filosofie was de Poolse wiskunde geconcentreerd in Warschau en Lwow (Lemberg). In Warschau werd deze onder anderen opgezet door S. Mazurkiewicz, W. Sierpiński en Z. Janiszewski. De laatste was de drijvende kracht achter de oprichting van het blad 'Fundamenta Mathematicae', dat zich concentreerde op de verzamelingenleer, de mathematische logica en de topologie. In de loop der tijden publiceerde Tarski veelvuldig in dit blad. Tarski beschouwde zich als een leerling van W. Sierpiński. Een aantal onderzoekingen van Tarski lag trouwens in een met Sierpiński gedeelde hoek, zoals zijn belangstelling voor de diverse vormen waaronder het keuze-axioma optreedt, voor kardinaalgetallen en voor de continuumhypothese. Ook andere wiskundecentra formeerden zich, zoals Krakau en Lwow. Het blad Studia Mathematica vond zijn oorsprong in Lwow. Uit deze stad zijn ook H. Steinhaus, S. Mazur en S. Banach afkomstig. Banach publiceerde met Tarski een artikel over de eindige decompositie van een gesloten bol met inhoud — van dimensie drie en hoger — waarbij samen te voegen disjuncte componenten als samenvoegingen stuk voor stuk congruent zijn aan de oorspronkelijke bol.[280] Een druk gebruik van het keuze-axioma is aan dit alles niet vreemd.[281] In Nederland zou dit werk van Tarski en Banach zijn sporen nalaten. De afdeling topologie aan de Universiteit van Amsterdam heeft zich onder aanvoering van J. de Groot geruime tijd hiermee bezig gehouden. Hierbij kan de bijdrage Dekker (1958) niet onvermeld blijven. Op hetzelfde spoor zat een aantal om Sierpiński gegroepeerde Polen. Wagon (1985, p. 20) geeft een overzicht wie en waar in Polen en Nederland hetzelfde bewees.

Tarski was niet de enige Poolse logicus waar Beth mee te maken kreeg. Het zijn verschillende invalshoeken die hierbij een rol spelen: Beths wetenschapsfilosofie en logica, zijn bemoeienissen met organisaties van velerlei aard en het opzetten door hem van de reeks 'Studies in logic'. Buiten het werk van Tarski kan voor de Tweede Wereldoorlog hier, voorzover de belangstelling van Beth een rol speelt, nog gewezen worden op zijn interesse voor de dekpuntstelling uit Knaster et al. (1929). Beth kwam ook op congressen veelvuldig met Polen in aanraking. Op organisatorisch vlak kreeg Beth te maken met Kotarbinski, Mostowski en K. Ajdukiewicz. Dit hield vooral verband met de nationale afdelingen van internationale organisaties zooals het UIHPS. Beth haalde samen met Heyting de meetkundige W. Szmielew —vanwege door haar verricht werk

[278] Voor Poolse logica: (Jordan, 1967), (Mostowski, 1965), (Skolimowski, 1980).

[279] Voor een terugblik op de Poolse wiskunde: (Kuratowski, 1980). Kuratowski zat beurtelings in Lwow en Warschau

[280] (Tarski & Banach, 1924).

[281] (Jech, 1973, pp. 3–6), (Levy, 1988) en (Suppes, 1988, p. 89).

op het terrein van de grondslagen van de meetkunde— naar Amsterdam in het kader van de herdenking van N.I. Lobatschewskij. Lezingen door Szmielew: 'A categoricity proof of Lobatschewskij Geometry' (16 maart 1956) en 'A categoricity proof of Euclidean and Lobatschewskij based upon the notion of metric' (5 maart 1956).[282] Beth was indertijd door Tarski, die haar promotor was, met haar in aanraking gekomen. Na het overlijden van Beth zou A. Grzegorczyk gedurende enige tijd inspringen om de plaats van Beth op te vullen.

Ook met Bochenski had Beth omgang.[283] Bochenski was na de oorlog op de universiteit van Freiburg in Zwitserland terecht gekomen. Hiervoor had hij zes jaar in het geallieerde leger gediend.[284] Bochenski en Beth deelden een belangstelling voor de geschiedenis van de logica en het opzetten van allerlei verenigingen. Daarnaast had Bochenski een instituut opgericht voor de bestudering van het marxisme. Bovendien hield Bochenski zich bezig met ideeëngeschiedenis. Zelf had hij niet veel op met al te zeer metafysisch getinte en warrige filosofen. Zo merkte hij tegen Beth op in verband met een door hem ingeziene door C. Jung aan M. Aebi geschreven brief: [285]

'By the way, among those letters was one from Jung; I do not like the fellow, but I did like this letter. 'I am a psychiatrist — he says — and as such I state, that Heidegger is a sick man; this is a psychopate in the technical [sense?] of the word'.'

Dit in het oog houdend kan men zich afvragen wat Bochenski dan in een priesterrok deed en zich onderwierp aan het gezag van een persoon die zich beroept op eeuwige waarheden. Ook Beth ging hierop in: [286]

'Je suis bien content que vous avez voulu accepter ma proposition de lier une relation plus amicale. Cela m'est tant précieux, parce qu'il y a entre nous de si grandes différences d'opinion. Vous êtes un prêtre catholique d'une orthodoxie plutôt austère, si je ne me trompe, tandis que moi, je suis un protestant des plus libéraux.'

Bochenski antwoordde hierop: [287]

'Je ne pense pas que des différences confessionelles puissent être très importantes à cet égard. [...] J'appartient à un ordre qui n'avait jamais fait de l'apolétique son métier et qui consacre un bonne partie de ses membres à la recherche de la vérité; 'Veritas' est sa devise [...] Mais, comme vous le ditez très bien, il y a plus: nous sommes tous les deux vivement intéressés à la clarté et l'exactitude de la pensée.'

Het was trouwens niet altijd koek en ei tussen de Poolse logici. Zo meldde Bochenski aan Beth dat Tarski zo het een en ander op hem had aan te merken.[288] In de eerste plaats zou Bochenski zich ooit eens neerbuigend over het neopositivisme en de Wiener Kreis hebben uitgelaten. Dat was iets wat Tarski blijkbaar uit de mond van

[282]Brief Beth (en A. Heyting) – W. Szmielew,16 december 1955.

[283]De eerste brieven: Beth – Bochenski, 9 juni 1945, (Amersfoort); Bochenski – Beth, 14 november 1945, (Fribourg).

[284]Brief Bochenski – Beth, 14 november 1945.

[285]Brief Bochenski – Beth, 2 juli 1948, (Kübnacht-Zürich).

[286]Brief Beth – Bochenski, 4 januari 1947 [1946 (?), [de verwijzing naar 23 en 28 januari eigenaardig, moet zijn 23 en 28 december?]

[287]Brief Bochenski – Beth, 8 januari 1946, (Fribourg).

[288]Brief I.M. Bochenski – Beth, 8 november 1949.

Bochenski niet prettig vond. Maar nog minder prettig vond Tarski dat volgens hem Bochenski een vriend van Łukasiewicz was, waar Tarski voor de oorlog zelf mee had samengewerkt. Łukasiewicz — na de oorlog woonachtig in Ierland — werd indertijd volgens Bochenski door Tarski voor een nazi en een antisemiet gehouden.

De rest van Oost-Europa van na de Tweede Wereldoorlog komt er hier bekaaid van af. Niet overal was daar een grote belangstelling voor grondslagen van de wiskunde of logica aanwezig. Daarnaast behoorden die landen tot een in ideologisch, economisch en militair opzicht concurrerend blok, wat een gemakkelijk communicatie niet zo bevorderde. Bepaalde onderzoeksterreinen buiten de wiskunde, waar men zich met logica bezig hield, werden soms als kleinburgelijk gezien; dit in tegenstelling tot een wetenschappelijk onderbouwd wereldbeeld op marxistisch-leninistische grondslag. Hier had men derhalve te maken met veel tegenwerking. Doordat figuren zoals Lenin en Stalin over alles wat los of vast zat wel een mening hadden, en hun werk bekeken werd op de wijze van bijbelexegese, had men te maken met allerlei richtlijnen.

Verenigde Staten. Al voor de Tweede Wereldoorlog waren de Verenigde Staten een steeds belangrijkere rol in logisch onderzoek gaan spelen. Het was ook het land met een eerste hecht georganiseerde logicavereniging, de Association of Symbolic Logic, met het tijdschrift 'Journal of Symbolic Logic'. Vóór de Tweede Wereldoorlog speelden vooral universiteiten en wetenschappelijke instellingen aan de oostkust een belangrijke rol. Na de oorlog kwam hier de westkust bij.

Over beide gebieden had Beth in de loop der tijd zijn netten uitgeworpen. Aan de Oostkust was Beth al vóór de oorlog in contact gekomen met H.B. Curry[289] en A. Church[290]. Met Church geschiedde dit vanwege recensiewerk voor de JSL. Later voegden zich hierbij W.V. Quine[291], H. Leblanc[292] en S.C. Kleene. In de jaren dertig was het vooral de universiteit van Princeton waaraan voor de ontwikkeling van logica en aanverwante grondslagen van de wiskunde belangrijk werk werd verricht door mensen zoals Kleene, Church en Rosser. De contacten van Beth met Kleene stammen uit later tijd. Kleene hield zich rond 1950 bezig met recursietheorie en van daaruit met intuïtionisme (realiseerbaarheidsnotie). In verband met deze studies zou hij nog enige tijd doorbrengen in Amsterdam. Ook was Kleene gelijk Tarski en Beth betrokken bij het opzetten van diverse internationale organisaties. In de tijd van Beths bemoeienissen met hem was Kleene verbonden aan de universiteit van Wisconsin te Madison. Met W. Craig en A. Robinson zou Beth te maken krijgen vanwege de definitie- en interpolatiestelling.

Door Tarski verkreeg Beth vaste grond onder de voeten in Californië. Buiten de om Tarski heen gegroepeerde mensen, zoals J. Kalicki kende Beth aan de Westkust nog aan de UC Los Angeles achtereenvolgens R. Carnap (filosofie), H. Reichenbach (wetenschapsfilosofie) en L. Henkin (mathematische logica), verder aan de UC Berkeley Benson Mates (vooral geschiedenis van de logica bij de filosofen) en aan Stanford University P. Suppes. Naast Tarski hebben Henkin en Vaught ten dele op initiatief van

[289]Pennsylvania State College.
[290]Fine Hall, universiteit van Princeton, N.J.)
[291]Harvard Universiteit te Cambridge, Massachusetts
[292]Bryn Mawr College, Bryn Mawr, Pennsylvania

Beth enige tijd in Amsterdam doorgebracht.

Er waren in de Verenigde Staten ook Nederlanders werkzaam, waarmee Beth zo nu en dan correspondentie had te voeren of die hij opzocht tijdens zijn bezoeken aan dat land. Hieronder vallen in de eerste plaats de recursietheoreticus J.J.C. Dekker en de getallentheoreticus J.G. van der Corput.

In Israël had Beth te maken met tussen Israel en de Verenigde Staten of Engeland heen en weer reizende hoogleraren zoals Y. Bar Hillel en A. Robinson.

Tarski. Tarski's bekendheid was gebaseerd op zijn werk op het gebied van de wiskunde en de grondslagen daarvan.[293] Zijn logische werk is dan ook nauw verweven met deze twee gebieden. Een groot gedeelte van zijn latere werkzaamheden kan herleid worden tot zijn arbeid in vooroorlogsche tijd.[294] In de dertiger jaren was Tarski bezig zich in breder perspectief te ontwikkelen — dit is nadien door hem nagenoeg stopgezet — onder andere wilde hij een wijder ogende semantiek opzetten. Het is wellicht op grond van deze ontwikkeling dat Beth er toe over ging om met Tarski in contact te treden en dit aan te houden tot aan zijn dood.

In 1923 promoveerde Tarski op een verhandeling over een 'primitieve term voor de logistiek' in de wijsbegeerte onder S. Leśniewski.[295] Dit geschiedde na een studieperiode bij T. Kotarbinski, S. Leśniewski en J. Łukasiewicz. Tarski werd in het begin van zijn opleiding beïnvloed door twee stromingen, een logisch-filosofische en een wiskundige. Het is niet makkelijk de filosofische geaardheid van Tarski goed weer te geven. Dit is ook de mening van Suppes (1988):

'Although Tarski was willing to express a number of general views about philosophy in conversation, these views were not advanced in a systematic but unwritten way in seminars, for example, where they could be dissected and argued about. As far as I know, no one has a set of notes recording in paraphrase form conversations about philosophy with Tarski.'

Tarski stelde het zeker niet op prijs om met de wijdse titel van 'professor in philosophy of mathematics' benoemd te worden. Hij zag zich liever betiteld met het wat beperktere Professor in Mathematics — dat ook zijn benoeming was.[296] Inhoudelijk op de zaak ingaand vond Mostowski (1967) er het volgende van:

'It should be noted that in these papers Tarski had not criticized the assumptions of set theory. Like most mathematicians he has simply accepted them as true. This attitude and the systematic use of set theoretic concepts have profoundly influenced his work in logic and metamathematics. Unlike the followers of David Hilbert and L.E.J. Brouwer Tarski had not refrained from the use of infinitistic set-theoretical concepts. He

[293]Tarski (1902, Warschau – 1983, Californië) publiceerde aanvankelijk onder de naam Alfred Tajtelbaum, daarna Tajtelbaum-Tarski en tenslotte Tarski.

[294]Voor een overzicht van het werk van Tarski vóór 1950: (Czelakowski & Malinowski, 1985). Over de gehele periode van Tarski: JSL 51 (-4) (dec. 1986), JSL 53 (-1) (maart 1988) en de biografie Burdman & Feferman (2004).

[295]Dissertatie: A. Tarski, O wyrazie pirwotnym logistyki [Over een primitieve term voor de logistiek] (Teza doktorska), Revue Philosophique (Przeglad Filozoficzny) 26 (1923), pp. 68–89. Met primitieve term voor de logistiek wordt de invoer van een van de andere logische tekens onafhankelijk logisch teken bedoeld. Als A. Tajtelbaum schreef Tarski een versie van zijn proefschrift: (Tarski, 1923).

[296]Brief Beth – M.D. Frank, 2 april 195

finds a definition or a theorem to be acceptable if it is expressed or proved on the basis of set-theory. This attitude, of course, is completely different from that of Hilbert's formalism or Brouwer's intuitionism.' En verder nog: 'Obviously Tarski's methodological attitude is rejected by the adherents of finitism and by all logicians who seek in metamathematics a justification or explanation of set theory.'

Dit staat in tegenstelling tot Beths woorden, namelijk dat Tarski en Quine voormannen van het nominalisme zouden zijn. Het valt in een door Beth verslagen debat[297] op dat, waar Quine praat over de mogelijkheden van het opzetten van een eigen nominalistisch systeem voor de wiskunde en die mogelijkheden afweegt tegen een nominalistische interpretatie van de klassieke wiskunde, Tarski sterk de indruk wekt uit te gaan van de klassieke wiskunde en bij moeilijkheden altijd wel een foefje weet om deze nominalistisch te kunnen omzeilen. In Eberle (1970, p.7) wordt Tarski, en met hem L. Henkin, bij de randfiguren van het nominalisme ingedeeld. Het is trouwens opvallend dat, waar andere filosofen indertijd veelal aan Tarski voorbij gingen, het vooral de nominalisten waren, die het door hem ontwikkelde waarheidsbegrip bestudeerden. Minder aandacht werd door hen geschonken aan Tarski's ontwikkeling van het begrip 'definieerbaarheid' en de formele hantering van dat begrip. Hier vestigde Beth de aandacht op; hij zag er een belangrijke technische toevoeging aan het nominalisme in.

Tot 1939 was Tarski docent aan de Universiteit van Warschau. Tot verwondering van Beth was dit echter niet in de vorm van een hoogleraarschap. Zelfs heeft Tarski als leraar aan een middelbare school, het Lyceum Zeromski, gedurende enige tijd in zijn levensonderhoud moeten voorzien. In 1939 reisde Tarski naar de Verenigde Staten om daar lezingen te geven. Vanwege uitgebroken vijandelijkheden tussen Polen en Duitsland was het hem niet mogelijk om terug te keren. Sedertdien is hij in de Verenigde Staten blijven wonen. Tijdens de oorlog werden de ouders van Tarski vermoord.[298] Vrouw en kinderen kwamen er levend van af, zij het in slechte gezondheidstoestand. Tarski's vrouw en beide kinderen zijn door bemiddeling van H. Scholz direct na de Tweede Wereldoorlog in staat gesteld naar de Verenigde Staten te vertrekken.[299] Van 1939 tot 1942 —het jaar, waarin hij het Amerikaanse staatsburgerschap verwierf— was hij 'research associate' aan Harvard, 'visiting professor' aan het City College te New York en 'Member of the Institute for Advanced Study' te Princeton. Na 1942 was hij verbonden aan de Universiteit van Californië te Berkeley, aanvankelijk als 'lecturer', later als 'associate professor' en tenslotte als 'professor'.[300] In 1968 ging hij bij laatstgenoemde instelling met emeritaat. In 1965 werd Tarski verkozen tot lid van de National Academy of Science van de Verenigde Staten. In 1958 was hij al lid geworden van de Koninklijke Nederlandse Akademie van Wetenschappen op voorspraak van

[297](Beth, 1953/54), (Beth, 1953).

[298]Brief A. Church – Beth, 24 september 1946, (Princeton).

[299]Brief H. Scholz – Beth, 24 augustus 1946, (Münster)).

[300]Tarski bekleedde hiernaast nog tal van functies. In 1935 was hij 'fellow' van de Rockenfeller Foundation' en gedurende 1941 – 1942 'Fellow van de Guggenheim Foundation'. Gedurende 1944–1946 president van de Association for Symbolic Logic. Ook was hij voorzitter en vice-voorzitter van de International Union for the History and Philosophy of Science [IUHPS] en de Division for the Philosophy of Science van dezelfde club. Aan het opzetten van de nationale sectie van de IUHPS voor de Verenigde Staten heeft Tarski overigens het nodige bijgedragen. Verder was Tarski een op de voorgrond tredend lid van de American Mathematical Society (zie o.a. brief Tarski – Beth, 6 juni 1947).

E.W. Beth.[301]

Beth en Tarski leerden in 1937 elkaar kennen. Hun eerste persoonlijke ontmoeting was in 1937 te Parijs tijdens Congrès Descartes —1–6 augustus 1937.[302] De door Beth en Tarski aldaar gehouden lezingen waren Tarski (1937) en Beth (1937). Beth (1937/38*b*) geeft een beschrijving van het congres: geen bespreking van Tarski's voordracht, maar wel wordt diens werk breed uitgemeten. De volgende onmoeting was in 1938 tijdens de Entretiens d'Amersfoort.[303] Zijn eerste aanvaring met Tarski had Beth al in 1937.[304] Hierin onderhield Tarski Beth over prioriteiten. Ook met betrekking tot Carnap (en Gödel had Tarski blijkens die brief zo zijn grieven:

'Auch der Satz über die Widerspruchsfreiheit der Logik mit dem Unendlichkeitsaxiom (also der klassischen Analysis), der Satz, den Sie Carnap zuschrieben und der nur mit Hilfe sehr starker Mittel begründet werden kann, stammt von mir — ich habe ja hauptsächlich zu diesem Zweck die Wahrheitsdefinition konstruiert. Das Ergebniss stammt von 1929 (also noch vor den Ergebnissen Gödels), ich habe darüber noch im J. 1930 in polnischer Sprache und in 1932 in deutscher Sprache berichtet.' met 'in 1932 in deutscher Sprache' wordt Tarski's artikel bedoeld dat in de brief van Gentzen vermeld wordt. Beths artikel onder Tarski's vuur is Beth (1938).

G. Gentzen merkte naar aanleiding hiervan op: [305]

'Mit der Widerspruchsfreiheit der Stufenlogik is es mir leider ebenso ergangen wie Ihnen; ich erfuhr nämlich nachträglich, dass im wesentlichen dasselbe schon in einer älteren Arbeit von Tarski, 'Einige Betrachtungen über die Begriffe der ω-Vollständigkeit', Mhf. f.Math. u. Phys. 40, 1933, S. 97–112, durchgeführt wurde.'

Veel extra's gaf het artikel van Beth nu ook weer niet.[306] Later kon Beth op zijn beurt m.b.t. dit onderwerp gaan terechtwijzen: Kreisel (1954) sloeg Beth over en schreef alles aan Setsuya Seki toe.[307] Beth had succes: een erratum door Kreisel in Mathematical Reviews 15, p. 1139. Ook Beth stond op zijn prioriteiten.

Tarski voerde de boventoon, Beth was de meer ontvangende partij. Dit valt ook af te lezen uit hun publicaties. Veelvuldig zijn de vermeldingen van Tarski en besprekingen van Tarski's werk door Beth. Omgekeerd niets of ternauwernood iets. Het grootste deel van de brieven is van Beth afkomstig, Tarski schreef veel minder — en verontschuldigde zich in elke brief weer hierover. Een relatief klein deel van de correspondentie is aan wetenschappelijk werk gewijd. Hierbij speelt dan nog een tijdelijke (periode 1950–1955) belangstelling van Beth voor algebraïsche en topologische methoden de hoofdrol — een rol, die bij Tarski blijvend was. Over de filosofie van de wiskunde of methodologie in het algemeen is weinig aanwezig. Uit de correspondentie sec zou men kunnen aflezen dat de gemeenschappelijke interesse van Beth en Tarski in de eerste plaats bij wetenschapspolitiek lag. Een deel van het wetenschappelijke materiaal,

[301] Lidmaatschap KNAW: Beth (en F. Sassen, C.F.P. Stutterheim), Memorie van aanbeveling, 30 januari 1958, (Amsterdam, den Haag,Oegstgeest).

[302] Ms. Beth, 'Curriculum vitae E.W. Beth' en Beth (1960*b*).

[303] Ms. Beth 'Curriculum vitae E.W. Beth'. Verder Staal (1965), **?**.

[304] Brief A. Tarski – Beth, 19 februari 1937, (Warszawa).

[305] Brief G. Gentzen – Beth, 12 december 1936, (Göttingen).

[306] (Church, 1937).

[307] Brief Beth –Kreisel, 24 april 1954).

waar Beth bij Tarski mee aankwam, werd veelal in eerste instantie door Tarski ter beoordeling gegeven aan medewerkers of leerlingen om het van commentaar te voorzien. Pas later bemoeide Tarski zich er zelf mee.

Na 1955 ging Tarski door waarmee hij al bezig was, maar zette Beth zich aan andere onderwerpen zoals de tableaumethoden voor klassieke en intuïtionistische logica. Men zou dit kunnen zien als een poging om op de meest eenvoudige manier en gebruik makend van zo simpel mogelijke onderdelen een complex gebouw op te trekken. Het pogen tot het mechanisch leveren van bewijzen was hieraan niet vreemd.

Tarski werkte aan een gerenommeerde universiteit met geld en met een grote groep begaafde leerlingen en medewerkers. Hierdoor waren de samenwerkingsverbanden m.b.t. de technische kant van logica en grondslagenonderzoek van uitmuntende kwaliteit. Beth was in Amsterdam veel meer op zichzelf teruggeworpen. Maar Tarski had van zijn kant ook niet altijd alles mee, zoals uit enkele citaten afgelezen kan worden: [308]

'[T]he resentment toward logic and foundations in various places (e.g. in Math. Dep't in Berkeley)[...]' En: [309] '[T]he situation in the department has become almost unbearable. If I were younger, I would look for another position without hesitation.' En in een brief aan Beth van 18 december 1960 vond hij dat 'I have again to attend all departmental meetings and fight back all attacks on my field of research. My situation in the Department was never enviable, but now it has detetoriated considerably. New people, may be able mathematicians, but with dictatorial tendencies and very narrow approach to intellectual problems. I feel exhausted by this continous fight, and am almost ready to give up, let the younger ones take up this unrewarding job.'

Tenslotte kan hier niet onvermeld blijven dat de last die de universitaire bureaucratie de mens bezorgt niet tot Nederland beperkt blijft. Ook Tarski had daarvan van tijd tot tijd erge last: [310]

'In the university the same old burocracy — scores of urgent letters to write every week. The fact that I have had practically no vacations for the last two years certainly does not contribute to an increase in my energy and strength. I have not yet found an hour (since my return from Europe) for research or for work on publications. I wonder when and whether I'll find time to prepare the text of my two talks in Amsterdam and my remarks (on the foundations of set theory) during the logical symposion.'

5.2 Beths bezoeken aan de Verenigde Staten

5.2.1 Berkeley

Twee buitenlandse reizen van Beth springen het meest naar voren: zijn assistenschap bij A. Tarski aan de UC Berkeley en zijn gasthoogleraarschap aan Johns Hopkins in Baltimore.

Een groot deel van het directe persoonlijke contacten tussen Beth en Tarski verliep tijdens reizen, congressen en werkbezoeken. Tarski was veelvuldig in Europa te

[308]Brief Tarski – Beth, 30 mei l961.
[309]Brief Tarski – Beth, 30 mei l961.
[310]Brief Tarski – Beth, 1 november 1959.

vinden. Hij kon gemakkelijk de kosten van de vliegreizen betalen of werd hierin gesubsidieerd door instellingen in de Verenigde Staten of door hem uitnodigende instanties in Europa. Voor Beth lag de zaak moeilijker. Voor zijn reizen naar de Verenigde Staten gebruikte hij de toen nog goedkopere boot, en binnen de Verenigde Staten de trein of de door zijn vrouw bestuurde auto. Dit alles maakte voor hem het reizen buiten zijn eigen continent omslachtiger dan voor Tarski. Hierbij kwam ook nog de vaak slechte gezondheidstoestand van hemzelf of zijn vrouw, waardoor tijdens een lange zeereis niet bepaald van het hoogste genot sprake kon zijn. Derhalve bleven de reizen van Beth naar de Verenigde Staten beperkt tot twee en moest hij diverse aanbiedingen afslaan.

Beth was gedurende zijn gehele ambtsperiode druk in de weer om mensen naar Amsterdam te halen. Tarski kon evenwel niet altijd op elke uitnodiging ingaan. Zo bezocht Tarski niet de Tweede Internationale Significhe Conferentie en was het hem evenmin mogelijk om zitting te nemen in de redactieraad van het aan de significa gelieerde tijdschrift Synthese.[311] Het lukte Beth ook niet om Tarski naar het in 1948 te Amsterdam te houden wereldcongres voor filosofie te lokken, zelfs niet met 200 gulden tegemoetkoming voor de verblijfskosten in het vooruitzicht.[312] Beth zelf deed indertijd dienst als secretaris bij de organisatie van dat congres. Volgens beschrijvingen in de pers werd de eerste aanblik van het congres gevormd door een overheersend zwart, de soutanes van de in grote getale aanwezige geestelijken. Daartussen zag men de fleurige kleden van Indiërs en de vele wijsgerige zonderlingen met hun lange baarden. Het congres kende ook deelnemers uit de logische en wetenschapstheoretische hoek. Het nut hiervan voor het opzetten van de Studies in Logic zou groot zijn. Een naar voren springende heer op het congres was Pandith Nehroe, die volgens de recensies in diverse dagbladen een fezelende toespraak hield, maar verder vanwege zijn warmteuitstraling goed in 'Einklang' was met het congresmotto: 'Mens, Mensheid, Menselijkheid'. Vertegenwoordigers van de kille geestelijke schakelkasten waren Lord Russell en L.E.J. Brouwer.[313]

In 1950 probeerde Beth wederom Tarski in aansluiting op een aantal door Tarski in Engeland te houden lezingen naar Nederland te halen. Hiertoe nam Beth contact op met de 'provost' van de universiteit van Londen, D.R. Pye, om de mogelijkheid om Tarski door te sturen te bespreken.[314] Hiernaast ging Beth aan de slag om aanvullende subsidies voor dit project los te krijgen. Bij Zuiver Wetenschappelijk Onderzoek [ZWO] ving hij bot.[315] Daarna probeerde hij het tevergeefs bij het Wiskundig Genootschap.[316] Inmiddels was Tarski accoord gegaan om naar Nederland te komen.[317] Tenslotte slaagde Beth er nog in om aan een bedrag van 350 gulden te komen bij de Universiteit van Amsterdam en de Nederlandsche Vereniging voor Logica.[318] Als tegenprestatie wilde Beth graag een fors programma uitgevoerd zien in de vorm van

[311] Brief Tarski – W.M. Kruseman, 30 september 1946 en brief Tarski – Beth, 30 september 1946.

[312] Brieven Tarski – Beth, 29 juni 1948, 23 juli 1948; brief Beth – Tarski, 18 juli1948.

[313] Van het wijsgerige wereldcongres congres zijn enkele besprekingen van de hand van Beth te vinden, onder andere 'Philosophen Congres was goed voorbereid' en 'Betekenis van wijsgerige congressen'. De exacte filosofie werd niet door Beth vergeten: Beth (1948/49).

[314] Brieven D.R. Pye – Beth, 10 januari 1950, 20 januari 1950.

[315] Brief Beth – J.H. Bannier (ZWO), 6 januari 1950, brief Bannier – Beth, 10 januari 1950.

[316] Brief J. Haantjes – Beth, 13 januari 1950.

[317] Brief Tarski – Beth, 27 januari 1950.

[318] Brief Beth – Tarski, 8 februari 1950.

drie tot vier lezingen voor de Universiteit van Amsterdam en daarnaast ook nog lezingen voor de Nederlandse Vereniging voor Logica en het Mathematisch Centrum. Tarski vond deze hoeveelheid lezingen te groot voor een periode tussen 14 maart en zijn vertrek naar New York op 19 maart. Beth stemde uiteindelijk in met in totaal vier lezingen.[319] De lezingen zouden als onderwerp 'Main ideas and problems in metamathematics' hebben.[320] Gedurende zijn verblijf zou Tarski bij Beth logeren.

Hierna was het de beurt aan Beth om op reis te gaan. Dat wilde hij ook graag, want door Tarski voelde Beth zich aangetrokken tot de meer wiskundige kant van wetenschapsfilosofie en grondslagenonderzoek. Wel heeft Beth al eens eerder getracht naar de Verenigde Staten te vertrekken. In 1938 was Beth aangeschreven door H.B. Curry, de toenmalige voorzitter van de ASL.[321] Deze kwam met een verzoek om inlichtingen, namelijk of het mogelijk was om in verband met een internationaal mathematisch congres in september 1940 aan de Universiteit van Harvard te Cambridge (Massachusetts) L.E.J. Brouwer en A. Heyting naar de Verenigde Staten te halen. Curry was voor dit congres voorzitter van de sectie voor mathematische logica. Dit was voor Beth, die zich indertijd van de ene onderwijsbaan naar de andere voortsleepte, aanleiding om te informeren naar de mogelijkheden voor hemzelf om werk aan een Amerikaanse universiteit te verkrijgen of aldaar studies te volgen. Dit liep op niets uit, evenals het congres.[322] Pas van 30 augustus tot 6 september 1950 zou het congres te Cambridge gehouden worden. Het plan voor Berkeley in 1951 bij Tarski leverde aanvankelijk moeilijkheden op in verband met de reisbeurs van de US Educational Foundation. Voor deze reisbeurs had Tarski overigens een aanbeveling geschreven.[323] Gelukkig kreeg Beth toch zijn beurs en kon voor maximaal tien maanden in de Verenigde Staten blijven. Om zo lang weg te blijven was voor Beth echter niet goed mogelijk. Hij kon er slechts voor zeven tot acht maanden tussen uit. Hiervan wilde Beth de langste tijd, zo een maand of vijf, zes, in Berkeley doorbrengen.[324]

Na al deze beslommeringen ging Beth met zijn echtgenote op 8 december 1951 scheep om op 18 december 1951 in de Verenigde Staten aan te komen. New York leverde bij de American Express veel narigheid met kaartjes en bagage op, zodat de lust om de stad te bekijken de Beths geheel en al verging en ze maar snel doorreisden naar Providence. Hier woonde hij gedurende 26 en 27 december de op de Brown University, Providence (Rhode Island) gehouden jaarlijkse wetenschappelijke vergadering van de American Mathematical Society [AMS] bij. Tijdens de AMS-vergadering ontmoette Beth K. Gödel en zijn vrouw, S.C. Kleene, Kemperman, D. Struik en A.H. Fraenkel. Hierna was op 28 december de op Bryn Mawr College — Philadelphia, Pennsylvania — te houden vergadering van de Association for Symbolic Logic [ASL] aan de

[319]Drie voor de Universiteit van Amsterdam en één gezamenlijk voor het Mathematisch Centrum, de Vereniging voor Logica en het Genootschap voor Wetenschappelijke Philosophie —was vroeger Critische Philosophie.

[320]Brief Tarski – Beth, 15 februari 1950; brief Tarski – Beth, 30 maart 1950, (London); aankondiging Beth van 18 maart 1950 [in Beth-archief].

[321]Brief H.B. Curry – Beth, 13 oktober 1938, (Princeton, NJ).

[322]Annual report van ASL, opgesteld door H.B. Curry (president ASL), gedagtekend 8 februari 1940, [in Beth-archief].

[323]Brief Tarski – Beth, 6 november 1950

[324]Brieven Beth – Tarski, 24 november 1951 en 15 november 1951.

beurt.[325] De ASL-vergadering sierde Beth op met zijn lezing ‘A topological proof of the theorem of Löwenheim-Skolem-Gödel’. Op de ASL-vergadering maakte Beth kennis of hernieuwde deze met A. Church, J.B. Rosser, Hiz, Fitch en Myhill. Hierna ging Beth naar Harrisburg, ‘een Amerikaanse negorij’, alwaar hij op de Manhattan Limited stapte.[326] In Chicago had hij een paar uren te wachten voordat zijn Pullman-wagon vastgehaakt werd aan de California Zephyr. Omringd door de schone Zephyrettes bereikte hij op 1 januari 1952 Berkeley. Helaas werd hem tijdens een oponthoud in Salt Lake City het zicht op de fraaie Mormoonsen onthouden.

Tijdens zijn verblijf te Berkeley trad Beth op in de hoedanigheid van ‘research assistent’, hetgeen geen verplichtingen, maar wel een bureau op het terrein van de campus inhield.[327] Zijn bewegelijkheid in Californië haalde Beth uit een door zijn vrouw bestuurde tweedehands Chevrolet uit 1939. In Berkeley aangekomen konden zij zich vestigen in het lager gelegen deel van Berkeley: 2000 Durant Avenue, Apartment No.2, Berkeley 4, California. Het hogere (en duurdere) deel met het fraaie uitzicht op de baai was niet voor hem weggelegd. Gedurende zijn Berkeley-periode zou Beth tal van voordrachten houden.[328] Beths voordrachten werden gehouden te Stanford, UC Berkeley, UC Los Angeles, Fresno (AMS meeting). Een dieptepunt in deze periode vormde het overlijden van zijn vader. Beth profiteerde van zijn tijd om veel van de omgeving te zien. Tijdens de uitstapjes overnachtte hij in diverse motels en dineerde hij in de chauffeurskroegen langs de weg, die hem van alles toch wel het best bevielen.[329] Beth was van plan om rond 20 juni 1952 uit Berkeley weg te gaan, de Verenigde Staten te doorkruisen, omstreeks 15 juli 1952 H.B. Curry te bezoeken en op 26 juli 1952 weer naar Nederland terug te keren.[330] Op die terugreis per auto, met Beths vrouw voortdurend aan het stuur. dwars door de Verenigde Staten naar New York bezocht Beth nog diverse instellingen van onderwijs: de University of Southern California (Los Angeles), de Universiteit van Utah (Salt Lake City), de Universiteit van Illinois (Urbana), Pennsylvania State College (State College), Cornell University (Ithaca), Princeton University en het Institute for Advanced Study (Princeton).

Wie de ondervindingen van Beth in de Verenigde Staten wil leren kennen had daartoe aanwezig moeten zijn op de bijeenkomst op 11 oktober 1952 van de Nederlandsche Vereniging voor Logica, waar Beth de lezing ‘Indrukken over een verblijf in Amerika ’52’ hield.[331] In deze lezing vertelde Beth dat bij het onderzoek van logica en grondslagen Tarski bezig was ‘het wiskundige element weer tot zijn recht te doen komen en de wijsgerige problematiek zoveel mogelijk te ecarteren. Ook wordt de algebraïsche methode in ere hersteld, dit mede in verband met de recente ontwikkelingen der algebraïsche methodes.’ Volgens Beth hadden Tarski en zijn medewerkers de relatielogica

[325] ASL- en AMS-vergadering: brief Beth – D. van Dantzig(?), 21 januari 1952, (Berkeley). Lezing op ASL meeting te Bryn Mawr.

[326] Heenreis: brieven Beth – D.K. de Jongh, 5 januari 1952, (Berkeley), en Beth – van Melsen, 9 mei 1952, (Berkeley).

[327] Brief Tarski – Beth, 26 november 1951.

[328] Voor een overzicht hiervan, zie de door Beth samengestelde, maar niet uitgegeven, bibliografie; hierin een sectie over voordrachten.

[329] Reisimpressies: brieven Beth – van Melsen, 4 mei 1952, (Berkeley); Beth – H. Meyer, 21 april 1952, (Berkeley).

[330] Brief Beth – Steenbergen, 4 juni 1952, (Berkeley).

[331] Deze lezing is als typoscript in het Beth-archief.

weer nieuw leven ingeblazen door de theorie der relatie-algebra's, werkten zij aan de theorie der projectieve algebra's en de theorie der cylindrische algebra's. Al deze theorieën zijn dan weer in te bedden in de theorie der operatieve Boolese algebra's. Beth wees er op dat, hoewel Tarski en de zijnen niet op de eerste plaats wijsgerig gericht waren, de verworven nieuwe inzichten zeer wel verheldering zouden kunnen opleveren voor de wijsgerige problematiek van logica en grondslagenonderzoek. De invloed van Tarski op Beth kwam vooral in deze periode sterk tot uiting. Nu zette Beth zich met nog meer ijver aan zijn Foundations of mathematics (Beth, 1959*a*), dat ten dele als uitvloeisel van Beth (1951*b*) en Beth (1950) te beschouwen is. De afdeling modeltheorie in al zijn werk zou door zijn bezoek aan Berkeley aanmerkelijk uitgebreid en verdiept worden. Dit valt goed uit de opeenvolgende versies van Beth (1959*a*) af te lezen.

5.2.2 Tarski's tegenbezoeken

In 1952 stelde Beth op zijn beurt weer pogingen in het werk om Tarski naar Nederland te halen, wat in 1953 zijn beslag kreeg. Als antwoord op een circulaire aan de hoogleraren van de Faculteit Letteren en Wijsbegeerte met een oproep tot voorstellen voor het uitnodigen van buitenlandse hoogleraren stelde Beth voor J.B. Rosser en Tarski naar Nederland te halen.[332] Op het einde van 1952 maakte Tarski zelf aan Beth kenbaar dat hij er wat in zag om in het academische jaar 1953 – 1954 naar Europa te komen, zo mogelijk naar Parijs of Amsterdam. Tarski bleek uiteindelijk een veelomvattend plan te hebben: naar Parijs (20 – 21 juli), naar Hamburg voor de 'Internationale Tagung Wissenschaft und Freiheit' (23 – 26 juli in Hamburg), Münster (in ieder geval op 29 juli bij Scholz), België, voor het filosofiecongres te Brussel (17 – 29 augustus), Nederland per 1 augustus 1953 en tenslotte Londen op 17 augustus 1953 (?).[333] Zijn vertrek uit Berkeley viel op 18 juli 1953, op 11 september 1953 moest hij weer terug zijn.[334] Tijdens zijn bezoek aan de 'Internationale Tagung 'Wissenschaft und Freiheit' (23 – 26 juli te Hamburg) deed Tarski aan Beth al de ver vooruitziende voorspelling toekomen: [335] 'I see that 'German metaphysics' has survived nazism and — if it comes to the worst — will survive communism as well.' Tarski had ook een uitnodiging uit Nederland voor een significa-bijeenkomst, maar twijfelde of hij daar gevolg aan zou geven. Dit hing samen met zijn wantrouwen jegens deze organisatie vanwege de mogelijke betrekkingen van de significhe beweging tot Korzybski. Beth was in deze tijd al niet meer lid van de Significal Society. Beth vond echter indertijd wel dat de Significal Society er weer iets beter voor stond vanwege het lidmaatschap van Clay en Van Dantzig. In Nederland was Tarski samen met W.V.O. Quine wel aanwezig op het door de Algemene Nederlandse Vereniging voor Wijsbegeerte en de Nederlandsche Vereniging voor Lo-

[332] Uitnodigingen buitenlandse hoogleraren: Circulaire aan de hoogleraren van de Faculteit Letteren en Wijsbegeerte van 12 november 1952. Beth stelt J.B. Rosser en Tarski voor: brief Beth – J.P. Wibaut, 21 november 1952, brief Beth – D. Cohen, 21 november 1952.

[333] Hierover de brieven: Tarski – Beth, 21 december 1952, en Beth – Tarski, 16 maart 1953.

[334] Zie voor Tarski's reis verder zijn verslagen aan Beth: brief Tarski – Beth, 23 juli 1953, (Hamburg (Hotel Reichshof)), en verder brieven Tarski – Beth, 15 juli 1953 en van 26 juni 1953, brief Tarski – Beth, 29 juli 1953, (Münster), brief Tarski – Beth, 18 augustus 1953, (London) (Beths aantekening op de datum: moet zijn 8 september).Tarski weer thuis: brief Tarski – Beth, 23 september 1953.

[335] Brief Tarski – Beth, 23 juli 1953, (Hamburg, Hotel Reichshof).

gica georganiseerde congres 'Nominalisme en Platonisme in de moderne logica' (31 augustus – 1 september).[336] Hierna reisde hij met Beth toeristisch rond langs Münster, Keulen en Trier.[337] Op 7 september vertrok hij uit Amsterdam.

De volgende reizen kondigden zich al aan in de schaduw van het grote wiskundecongres, dat in 1954 in Amsterdam gehouden zou worden. Dit congres zou te Amsterdam worden voorafgegaan door de eerste officiële ASL-meeting in Europa. Voordien was de ASL al mede-organisator van colloquia te Parijs en Brussel. Voor de ASL-meeting had Beth zich nogal ingezet. Voor het wiskundecongres had Beth bovendien enige tijd bemoeienis met de sectie voor geschiedenis en onderwijs. Om op beide congressen te spreken kregen Tarski en Rosser geld van de National Science Foundation. Pogingen werden in het werk gesteld om ook Henkin van geld te voorzien.[338]

Tarski vertrok al eerder naar Europa.[339] Aanvankelijk had hij het plan om enkele vakantiedagen in Zwitserland door te brengen, maar buiten zijn medeweten om had de president van de University of California [UC] aan F. Gonseth laten weten dat Tarski als vertegenwoordiger van de UC het Züricher congres over wetenschapsfilosofie — de Entretiens de Zurich — bij zou wonen. Zijn baas gehoorzamend zette Tarski tandenknarsend zijn vakantie om in een werkbezoek. Tarski had niet veel op met het gedachtengoed van Gonseth. Zie ook Tarski's aanval op Gonseth in 1953 in Brussel.[340] Beth ging niet naar Zürich.[341] Hij was tegen dit congres, daar uit een circulaire aanvankelijk viel af te lezen dat de technische lezingen op het gebied van logica en grondslagen waren weggewerkt. Wel werd in een latere circulaire hieraan tegemoet gekomen door het houden van een speciaal symposium, waarbij de grondslagen van de wiskunde onder P. Bernays aan bod konden komen. Om Beth en Heyting over te halen toch te komen werden zij opgezocht door E. Walter, een socioloog. Walter stond een antimetafysische houding voor, die hij ook in de diverse internationale organisaties tot uiting wilde brengen en ook op het te houden congres. Dit stond Beth niet aan. Ook deze keer had Tarski weer een aantrekkelijke rondreis in portefeuille. Na vertrek uit Berkeley bezocht hij eerst Chicago en New York, daarna ging hij op 16 augustus 1954 naar Europa. Hij was van plan om Londen, Genève, Amsterdam, Brussel en Parijs bezoeken.[342] Tijdens zijn Amsterdamse dagen was hij vanzelfsprekend welkom ten huize Beth. Tarski had voor Amsterdam de lezing 'Mathematics of metamathematics', met als alternatief 'Algebraization of logic', in het hoofd.

Voor het jaar 1955 had Beth van J.L. Destouches gehoord over een uitnodiging aan Tarski om naar Parijs te komen. Beth hoopte aansluitend Tarski naar Nederland te kunnen halen.[343] Ook nu betekende dat weer bedelen bij diverse instanties om geld los te krijgen, onder andere bij ZWO en voor een Fulbright beurs.[344] Tenslotte kon Beth op 7 september 1955 Tarski uit naam van het Instituut voor Grondslagenonderzoek uitno-

[336] Zie (Beth, 1953/54).
[337] Brief Beth – Heyting(?), 8 september 1953.
[338] Brief Tarski – Beth, 10 december 1953.
[339] Brief Tarski – Beth, 10 juni 1954
[340] (Burdman & Feferman, 2004, pp.250-251).
[341] Brief Beth – Tarski, 26 juni 1954.
[342] Brief Tarski – Beth, 3 augustus 1954, 15 augustus 1954, (New York).
[343] Brief Beth - Tarski, 20 augustus 1955.
[344] Brief Beth – culturele attaché van de Amerikaanse ambassade, 28 oktober 1955.

digen.[345] OK&W stelde uiteindelijk 250 gulden beschikbaar voor dit doel, gelukkig kwam er voor Tarski ook nog geld binnen via de US Information Service.

Niet alleen het bij elkaar sprokkelen van gelden om iemand over te laten komen was in die tijd ingewikkeld, maar ook het betalingsverkeer. Er waren in die dagen nog steeds beperkingen op het geldverkeer en ook tijdens deze rondreis zouden deze twee zaken aanleiding geven tot veel ellende en uitvoerige correspondentie. De arme R. Fraïssé moest zelfs als onbezoldigd bankloper tussen beide heren dienst doen. Daarnaast hielden vooral Franse uitnodigingen vaak veel moois, maar in tegenstelling tot het voorgespiegelde slechte of geen betaling in. Het zou echter te ver gaan om dit hier te beschrijven of om dieper op de onbetrouwbaarheid der Fransen in te gaan. De 1955-reis van Tarski zag er als volgt uit.[346] Eerst naar Parijs op uitnodiging voor een colloquium van het CRNS over mathematische logica, alwaar hij ook Beth hoopte aan te treffen. In oktober volgde Nederland, vervolgens Brussel, van Brussel terug naar Parijs voor lezingen aan het Institut Poincaré. Hierna naar Duitsland voor lezingen aan een aantal universiteiten, en weer terug naar Nederland. Naast lezingen in oktober 1955, waaronder 'On the theory of models' en 'What are logical notions', [347] werkte Tarski in het begin van 1956 samen met Beth aan verschillende projecten, waaronder een gezamenlijk artikel, Beth & Tarski (1956) over het begrippenapparaat binnen de meetkunde. Dit werd verder ontwikkeld in Tarski (1956). Als afsluitend artikel zag Scott (1956) het licht. Tarski voorzag gedurende zijn verblijf Beth bovendien nog van adviezen betreffende Beth (1956*b*) en Beth (1959*a*).[348]

5.2.3 Johns Hopkins

In 1956 voerde Beth voerde onderhandelingen over een professoraat aan de Johns Hopkins Universiteit te Baltimore voor hemzelf en over een eredoctoraat voor Tarski aan de Universteit van Amsterdam. Voor het eredoctoraat werd Tarski namens de Eerste Afdeling van de Faculteit der Wis- en Natuurkunde — d.w.z. de wiskunde — op 9 mei 1956 bij monde van Beth voorgedragen.[349] In het schrijven van Beth werden de verdiensten van Tarski breed uitgemeten en werd een bespreking gegeven van een aantal van Tarski's publicaties. Dit alles zou niet baten. Na stemming werd W.J. Jongemans uit Heerlen door de Faculteit Wis- en Natuurkunde voorgedragen.[350]

Met Johns Hopkins verliepen de zaken voorspoediger. Dit was een universiteit zonder logica.[351] De eerste en meteen ook de laatste man, die zich daar met logica had bezig gehouden, was C.S. Peirce, die dit deed tussen 1879 en 1884. Er was wel een afdeling filosofie. Daar was men op het idee gekomen als gastdocent iemand voor logica

[345]Uitnodiging Grondslagen: 7 september 1955. Financiering verblijf Tarski in Nederland: Door ZWO werd Beth doorverwezen naar OK&W: brief J.H. Bannier (ZWO) – Beth, 2 november 1955; brief Beth – OK&W, 25 oktober 1955 en van 12 november 1955.

[346]Brief Tarski – Beth, 14 september 1955.

[347]Lezingen Tarski Mathematisch Instituut (10,11,12 oktober 1955): Convocatie Instituut voor Grondslagenonderzoek , 4 oktober 1955 (titel: 'On the theory of models'). Lezingen NvL: convocatie 3 december 1955. Lezing 10 december 1955 te Utrecht: 'What are logical notions'.

[348]Verslag werkzaamheden van Tarski: brief Beth – F.L. Rutgers, 9 maart 1956.

[349]Brief Beth – J.J.A. Ketelaar (voorzitter Wis- en Natuurkunde, 9 mei 1956.

[350]Schrijven J.J.A. Ketelaar – leden Fac. Wis- en Natuurkunde, 28 mei 1956.

[351]Brief V. Lowe – Beth, 14 september 1956, (Baltimore).

en wetenschapsfilosofie aan te trekken voor het academische jaar 1956–1957. Aanvankelijk had men daartoe M. Black op het oog. Deze weigerde echter. W.V. Quine had evenwel in een gesprek met V. Lowe, de voorzitter van de filosofen bij Johns Hopkins, de naam van Beth laten vallen. Dat leek ze wel wat. Ook I.M. Bochenski, voor een lezing in Baltimore, liet zich gunstig over Beth uit toen hem om inlichtingen werd gevraagd.[352] F. Machlup trad voor Johns Hopkins op 6 maart 1956 met Beth in contact.[353] De eerste aanzet tot een officiële uitnodiging kwam op 8 juni 1956.[354] De officiële volgde op 23 augustus 1956.[355] De bedoeling was dat Beth tegen betaling van $ 7000.- aanwezig zou zijn van 1 februari 1957 tot eind mei 1957. Volgens Bochenski lag het in de bedoeling dat deze periode uit zou groeien tot een permanent verblijf aan Johns Hopkins.[356] Beth had echter iets dergelijks niet op het oog. Zijn positie in Amsterdam was nog niet van dien aard dat hij een benoeming elders prefereerde.[357] Overigens zou Beth door zijn afwezigheid in Amsterdam gedurende de eerste helft van 1957 wel het verblijf aldaar van R.L. Vaught missen en eveneens de rondreis door Europa van Benson Mates.[358] B. Mates verbleef onder andere te Münster, de universiteit met het logica-instituut van H. Scholz. Vandaar uit bezocht hij ook Nederland voor het geven van lezingen. Deze zaken werden nu door A. Heyting in plaats van door Beth geregeld. Het lag in de bedoeling, dat Mates al op 27 augustus per Statendam naar de Verenigde Staten zou terugvaren.

Ook Tarski trad voor Johns Hopkins als informant op, daar deze universiteit voor een 'visiting professor' her en der navraag deed naar de kwaliteiten van degene, die zij daartoe op het oog had. Hierdoor was Beth wel enigzins beledigd, toen hij door Tarski daar achter kwam.[359] Het beïnvloedde de onderhandelingen echter niet negatief.[360] Deze 'aanbevelingsbrieven' vormden geen éénrichtingsverkeer. Beth stond op zijn beurt de Californiërs weer vaak terzijde. Hieronder valt de briefwisseling, die Beth voerde om Henkin naar Berkeley te krijgen. Op verzoek van Tarski schreef Beth aan Morrey (UC Berkeley) hiertoe op 22 april 1953 een zeer positieve qualificatie.[361] Ook voor Tarski's vriend J.J.C. McKinsey deed Beth dit voor de opvolging van de op 9 april 1953 ten gevolge van een hartaanval overleden H. Reichenbach.[362] In deze brief sprak Beth zijn bevreemding er over uit dat McKinsey nog niet een dergelijke post had. Ook Tarski zag voor McKinsey mogelijkheden in Stanford of Los Angeles. Veel zou dit alles McKinsey niet helpen. In een brief van 9 december 1953 schreef Tarski:

'[A] month ago McKinsey was found dead in his bed. The cause of death has not

[352] I.M. Bochenski – Beth, 28 april 1956, (Notre Dame (Presbytery), Indiana).

[353] Brief F. Machlup – Beth, 6 maart 1956, (Baltimore (Johns Hopkins University), Maryland).

[354] Brief P.S. Macaulay (provost) – Beth, 8 juni 1956, (Baltimore).

[355] Brief P.S. Macaulay – Beth, 27 augustus 1956, (Baltomore).

[356] Brief I.M. Bochenski – Beth, 22 augustus 1956, (Fribourg/Freiburg, Zwitserland).

[357] Brief Beth – Bochenski, 27 augustus 1956.

[358] Vaught: brieven R.L. Vaught – Beth, 18 febnruari 1957, (Amsterdam), 15 maart 1957. Mates: brief B. Mates – Beth, 16 januari 1957, (Münster); brief Beth – B. Mates, 20 mei 1957, (Baltimore).

[359] Brief Beth – Tarski, 18 juli 1956, brief Tarski – Beth, 24 mei 1956.

[360] Positieve beslissing Johns Hopkins: brief Beth – Tarski, 12 juni 1956.

[361] Brief Beth – Morrey, 22 april 1953.

[362] Qualificatie McKinsey: brief Beth – A. Kaplan (Dept. Philos. UC, Los Angeles) en brief D. Kalish – Beth, 27 april 1953. Tarski over McKinsey: brief Tarski – Beth, 19 mei 1953. Dood Reichenbach: brief N.M. Martin – Beth, 9 april 1953.

been cleared up entireley; probably a suicide. This was a terrible shock to me. He was certainly my closest friend in this country.' Tarski maakte eveneens gewag van de dood van zijn medewerker Jan Kalicki. Dit gebeurde tijdens een auto-ongeluk — te snel door een bocht willen rijden door de bestuurder Kalicki — waar als inzittenden ook Tarski, Tarski's vrouw en zijn assistent C.C. Chang bij betrokken waren. Tarski kwam er met een ribfractuur nog genadig van af, geestelijk was hij door beide zaken sterk aangegrepen. Jan Kalicki stond op het moment van zijn dood op de nominatie voor een hoogleraarschap aan de filosofische faculteit te Berkeley.[363]

Er waren nog ambtelijke zaken af te wikkelen voordat de Beth en zijn vrouw zich op weg naar Johns Hopkins konden begeven. Deze beslommeringen bestonden voornamelijk uit ellende met de visa.[364] Vanwege de werkzaamheden, die Beth in de Verenigde Staten had te verrichten, had hij wellicht 'immigratie'-papieren nodig. Hierover was Beth enigzins benauwd — zoals wel vaker wanneer hij met bureaucratie te maken kreeg — omdat dit misschien het universiteitsbestuur in Amsterdam op het idee kon brengen dat hij eigenlijk uitzag naar een baan in de Verenigde Staten. Derhalve probeerde Beth onder de noemer van immigratie uit te komen. Hierdoor had hij op 8 januari nog steeds geen papieren in huis. Gelukkig liep dit goed af en kon Beth zich op 19 januari inschepen op de Nieuw Amsterdam van de Holland Amerika lijn met de gedachte rond 28 januari heelhuids in New York aan te komen. Veel plezier zou hij aan de overtocht niet beleven: [365]

'[W]e zijn op deze reis geteisterd door een vliegende storm, waarbij vergeleken de orkaan van December 1951 [tijdens Beths vorige bootreis naar de Verenigde Staten] nog maar kinderspel was. Bovendien begaf de machine het driemaal, waardoor het vaartuig een willoze speelbal van de golven werd.' Ook de verstrekte hut was Beth niet geheel tot genoegen.[366]

Met een dag vertraging kwam men in Hoboken, New York, aan. Daar namen de Beths gezien de bagage maar een taxi naar Princeton. Hier verbleven ze twee dagen voordat ze verder doorreisden naar Baltimore. In Princeton zochten ze S.C. Kleene op, en hadden bij hem een diner waar ook de logicus G. Kreisel en recursietheoreticus J.J.C. Dekker aanzaten.[367] In garage Doten, tegenover het station in Princeton, wachtte op hen de van de physicus J. de Boer tegen een prijs van $ 300,- overgenomen wagen. Deze keer zou de bewegingsvrijheid van Beth in de Verenigde Staten bestaan uit een grijze zes cylinder Chrysler Royal 1949 — een 5/6-personenwagen met autoradio, nieuwe banden, fluid drive, en met een verbruik van één gallon per 14 à 15 mijl. [368] Later trachtte Beth de auto voo $ 150,- over te doen aan W.H.J. Fuchs. Deze wagen zou hen trouw dienen, behalve dan dat de Beths half april last kregen van enig geram-

[363] Volgens een brief van Y. Bar-Hillel – E.W. Beth, 10 juni 1953, (Cambridge, Mass.).

[364] Brief Beth - P.S. Macaulay, 17 oktober 1956; brief Beth – A. Tarski, 19 oktober 1956; brief P.S. Macaulay – Beth, 19 november 1957, (Baltimore); en brief Beth - P.S. Macaulay, 8 januari 1957.

[365] Brief Beth – D.K. de Jongh, 4 februari 1957, (Baltimore).

[366] Brief Beth – J.H. de Vrieze (Havas Exprinter), 3 februari 1957, (Baltimore).

[367] Brief Beth – W.V. Quine, 23 februari 1957, (Baltimore).

[368] De fluid drive was een stuurversnelling van de eerste naar de tweede versnelling, en dan door het oplichten van het gaspedaal automatisch van de tweede naar de derde versnelling. Gegevens uit een brief van J. de Boer - Beth, 29 november 1956, (Princeton, Inst.Advanced Study) en uit het verkooppraatje van Beth, die op zijn beurt van de wagen af moest zien te komen tegen een vraagprijs van $ 150, (brief Beth – W.H.J. Fuchs, 15 september 1957, (Ithaca, (Cornell Univ.), NY).

mel. Het bleek dat vroeger ooit eens een as door een andere, niet juiste, vervangen was. Na verhelping van dit euvel was de wagen na het beëindigen van Beths diensttijd aan Johns Hopkins klaar voor een grote reis dwars door de Verenigde Staten heen naar Californië. Het rijden van deze grote afstanden diende door mevrouw Beth uitgevoerd te worden. Beth zelf kon geen auto rijden. Met deze auto werd eerst naar Baltimore gereden. In Baltimore konden de Beths een klein appartement betrekken op het adres Bradford apartments, 3301, St Paul Street. Over de gehele verblijfsperiode heen zou Beths vrouw ziekelijk zijn. Gelukkig speelde in dat voorjaar het klimaat wel mee. In juli kan men zich maar beter niet in Baltimore ophouden vanwege de dan toeslaande grote hitte.[369]

Het lag in de bedoeling van Johns Hopkins dat Beth iets zou doen aan logica en wetenschapsfilosofie. Voor de logica leek Beth onderwijs in de relaties tussen de traditionele en de mathematische logica naast mathematische logica sec wel wat. De wetenschapsfilosofie zou moeten bestaan uit de verschillende stromingen (zoals analytische filosofie en neopositivisme), de procedures bij het wetenschappelijke werk en de problemen bij de grondslagen in de diverse wetenschappen (logica, wiskunde en natuurwetenschapen). Uiteindelijk bestond het programma voor de logica uit het doornemen van stof uit Beth (1955), Beth (1956*b*) en uit Leblanc (1955). Voor de wetenschapsfilosofie maakte hij gebruik van Feigl & Sellars (1949).[370] De groepen studenten waren niet groot. De beste leerling van Beth zat er overigens niet bij. Deze bestond uit de door Curry aangedragen in Omaha (Nebraska) woonachtige correspondentieleerling S. Kripke, die het moest doen met diverse overdrukjes. Hieronder viel wel de door Beth ontwikkelde tableaumatige semantiek voor intuïtionistische logica. Naast subtableaus had men daar ook ondergeschoven tableaus. Dit doet al sterk denken aan een voorloper van Kripke's tableaumatige wereldensemantiek.

De gelegenheid, die deze reis hem bood, nam Beth te baat om in het oosten van de VS vele kennissen af te lopen: H.B. Curry, W. Craig, P. Gilmore en Hiz aan het State College (Pennsylvania State University), Pennsylvania, en Kleene, Kreisel en Quine in Princeton. Overnachting bij Quine van 16 op 17 maart 1957. Bij de sociale gebeurtenissen te Johns Hopkins kan ook het afscheid vanwege het met pensioen gaan van G. Boas, die bij de filosofen was aangesteld, geteld worden.[371] Dit ging vaak met lezingen gepaard: [372] Lezingen werden door hem gegeven in o.a. Johns Hopkins Baltimore, Princeton University, Pennsylvania State U. State College (State College is plaatsnaam) en Bryn Mawr. Tussen 25 mei en 2 juli hoopte Beth met de auto op en neer naar Californië te kunnen reizen.[373] Eerst ging het van Baltimore naar Los Angeles voor een bezoek aan R. Carnap.[374] Bij Carnap kwam weer de mogelijkheid ter sprake voor een gastdocentschap aan de University of California. Daarna voerde de reis

[369]Klimaat: brief Bochenski – Beth, 28 april 1956, (Notre Dame (Presbytery), Indiana), en brief Beth – D.K. de Jongh, 4 februari 1957, (Baltimore).

[370]Brief Beth – V. Lowe (voorzitter filosofen Johns Hopkins), 27 augustus 1956

[371]Brief Beth – Bochenski, 5 mei 1957, (Baltimore); én brief Beth – H.B. Curry, 3 mei 1957.

[372]Voor de lezingen van Beth, zie de opsomming in zijn niet uitgegeven bibliografie onder de sectie voordrachten.

[373]Brief Beth – Bochenski, 5 mei 1957, (Baltimore); én brief Beth – W.H.J. Fuchs, 15 juli 1957, (Ithaca (Cornell Univ.), NY).

[374]Brief Beth – R. Carnap, 28 juli 1957, (Ithaca, NY); telegram met uitnodiging van Carnap: R. Carnap – Beth, 27 mei 1957, 16 uur 4, (Beverly Hills, California).

naar Berkeley, en tenslotte terug naar het oosten, naar Ithaca voor een ASL-Summer Institute.[375] Daar zou hij Tarski weer terugzien. Tarski was lid van de organiserende comité, tezamen met Rosser, P.R. Halmos, Kleene en Quine. Tarski was van plan om al op 19 juli van dat Summer Institute te vertrekken om zich voor een toeristisch gastdocentschap naar Mexico te begeven. Het leek mooi, maar daar werd de arme Tarski geplaagd door aardbevingen.

Voor de lange reis naar Johns Hopkins was dat door de American Mathematical Society te organiseren Summer Institute of Symbolic Logic op de universiteit van Cornell, Ithaca (New York) een bijkomend lokkertje. Welhaast alle bekende logici van de Verenigde Staten kwamen hier op af. Beth was van plan de gehele maand juli daaraan mee te doen. Zelf presenteerde Beth 'Intuitionistic predicate logic'.[376] Hierna hield Beth op uitnodiging van H. Gelernter op 6 augustus 1957 nog een lezing op het IBM Research Centre te Yorktown, NY: 'Formal derivation by means of semantic tableaux'.[377] Beth scheepte zich op 9 augustus op de Nieuw Amsterdam in, en kwam op de 19e augustus weer thuis,[378] net op tijd om het door Heyting in Amsterdam te organiseren colloquium Constructivity in Mathematics van 26 tot 31 augustus 1957 te kunnen bijwonen en aldaar Beth (1959*b*) voor te dragen. Bij dit colloquium waren vele gasten uit Polen aanwezig, waaronder Mostowski, Rasiowa, Sikorski, Jaskowski en Ehrenfeucht.[379]

Een paar jaar later zagen Beth en Heyting een aantal van de Polen van het constructivity colloquium in Warschau terug tijdens het colloquium 'Infinitistic Methods' van 2 tot 8 september 1959. Tarski was van plan aldaar op drie september een lezing over 'Predicative Set Theories' te geven. H. Rasiowa had eveneens aan Beth gevraagd om te spreken.[380] Beth had daar evenwel niet zo veel trek in. Het in het voorafgaande jaar gehouden wiskundecongres te Edinburgh (14 – 21 augustus 1958) had hem al veel tijd gekost en nieuwe door hem aangevatte onderwerpen waren nog in een te prematuur stadium om daar al een lezing aan te wijden. Bovendien hield hij zich in die tijd bezig met logica van een 'strictly elementary and finitistic nature'.[381]

In 1957 was het door Tarski voor Beth mogelijk om een 'visiting professorship of philosophy' aan de Universiteit van Californië te Berkeley te verkrijgen over de periode van 1 januari tot 30 juni 1958, en tegen een betaling van een bedrag van $ 6500 voor de gehele periode.[382] Het kwam voor Beth ongunstig uit dat dit aanbod betrekking had op een periode welhaast direct na zijn verblijf aan Johns Hopkins. Ten opzichte van zijn vaste werkgever, de Universiteit van Amsterdam, was het niet prettig om na thuiskomst te beginnen over alweer een periode buitenslands. Het verkrijgen van goede vervanging was niet zo gemakkelijk. Hierbij kwam nog dat de brieven, die Beth over deze zaak van Berkeley ontving, de indruk wekten dat het ging om een voorlopig

[375] Summer Institute: rondschrijven van J.B. Rosser (Cornell), 22 december 1956, (Ithaca, New York)
[376] Beth (1957*a*).
[377] Later nog gebruikt i.v.m. 'On machines which prove theorems', Beth (1958*b*).
[378] Brief Beth – G. Boas, 3 november 1957.
[379] Brief Beth – Tarski, 5 september 1957.
[380] Brief H. Rasiowa – Beth, 15 november 1958.
[381] Brief Beth – Rasiowa, 19 mei 1959
[382] Brief Tarski – Beth, 24 mei 1957 (met nog als openstaande mogelijkheden Berkeley of Los Angeles); Brief Univ. Calif. – Beth, 3 september 1957.

aftasten. Daardoor kon hij steeds maar niet bij de bestuurderen van de Universiteit van Amsterdam verlof aanvragen. Dit was ongunstig in verband met de steeds dichterbij komende datum om naar Californië te gaan. Later bleek dat de brieven bedoeld waren als de vaste uitnodiging om in Berkeley les te komen geven. Beth kon dit alles tenslotte niet door laten gaan vanwege de zwakke gezondheid van zijn vrouw en een aantal academische verplichtingen in Amsterdam, die hem geen tijd lieten voor dergelijke expedities.[383] Zijn bezigheden in Amsterdam hadden ook te maken met de opvolging aan de Universiteit van Amsterdam van zijn overleden wijsgerige collega H. Pos.[384] Een dergelijke opvolging was in die tijd zeker van belang, omdat er toen nog maar weinig hoogleraren in de wijsbegeerte waren en een enkele hoogleraar derhalve veel gewicht in de schaal legde. Verdwijnen naar Californië zou de indruk wekken dat hij uit was op banen elders — wat ten dele waar was — en derhalve zijn positie in verband met de opvolging van Pos verzwakken. In zekere benoemingen zou Beth wellicht een reden zien toch maar Amsterdam te verlaten en gebruik te gaan maken van de mogelijkheden zoals ze zich voor hem voordeden in de Verenigde Staten. De mogelijke benoeming in Amsterdam, waardoor Beth zich in zijn werk bedreigd voelde lag in de hoek van de hegelianen. Beth zelf heeft dit nog weten te verhinderen en kon dus aanblijven.

In hetzelfde jaar sloeg Beth ook een aanbod van de universiteit Johns Hopkins af om daar met een vaste aanstelling te blijven. Hij vond het werk in Amsterdam — als aan zijn voorwaarden voldaan werd — toch prettiger en wilde ook niet zo ineens alles wat hij in Amsterdam had opgebouwd plotseling achter zich laten. Beth gebruikte dit aanbod van Johns Hopkins overigens wel om druk op de Universiteit van Amsterdam uit te oefenen in een poging de door hem verwachte dreiging van de toenmalige bestedingsbeperking verre van zijn instituut te houden. Als men in het kader van de bestedingsbeperking ook op het door hem opgerichte instituut — door Beth als een een 'levenstaak' omschreven — zou gaan beknibbelen, dan zou de optie van een hoogleraarsschap aan Johns Hopkins voor Beth anders komen te liggen. Volgens een schrijven van de curatoren liep Beth met zijn instituut echter geen gevaar.[385] Overigens al eerder, in 1952 was Beth door Bar-Hillel gewezen op de mogelijkheid van banen in de VS: [386]

'You probably know that, due to a coincidence of deaths and other unexpected events, there are openings for logicians and philosophers of language at many of the first-class American universities like Harvard, Yale, Chicago, Berkeley, and Los Angeles, some of them of a permanent nature, other only temporary. You might be interested. If you want me to do something about it, I would be glad to do it.'

In 1958 probeerde R. Carnap, zij het tevergeefs, voor Beth een 'Flint professorship' bij filosofie aan de UC te Los Angeles te pakken te krijgen.[387] Dit deed hij overigens zonder Beth vooraf daarin te kennen. De voorkeur van de UC ging uit naar Bochenski, of zoals Carnap aan Beth meldde:

[383]Telegram Beth – L. Constant (dean Univ. California Berkeley), 29 november 1957 om 20 uur 23, (Amsterdam), én brief Beth – L. Constance (Dean, College of Letters and Sci., Univ. Calif., Berkeley), 1 december 1957.

[384]Brief Beth – Tarski, 15 oktober 1957.

[385]Brief Beth – College van Curatoren UvA, 6 april 1957, (Baltimore), en brief Curatoren UvA – Beth, 17 april 1957.

[386]Brief Y. Bar-Hillel – Beth, 28 april 1952

[387]Brief R. Carnap – Beth, Los Angeles, 3 januari 1958.

'Among the other reasons, the department was intrigued with the fact that Bochenski is a specialist on dialectical materialism and has proposed to lecture about this here. Since, due the strange political situation, American professors shy away from giving such courses, having it come from an absolutely 'safe' source (in priest's robes!), has its great attractions.'

Het door Carnap aangevoerde 'shy away' moet men overigens niet te licht opvatten. In die tijd was net de periode van het duo McCarthy en R. Nixon achter de rug. Toen kon een ieder, ook op universiteiten, al heel snel van on-Amerikaanse activiteiten beschuldigd worden. Een cursus over dialectisch materialisme had daar zeer zeker toe kunnen bijdragen. De tijdens een vorige reis naar de VS door Beth ontmoette D. Struik heeft daar last van gehad. Hij werd volgens een melding van zijn vrouw R. Struik aan Beth ervan beschuldigd de Amerikaanse staat omver te hebben willen werpen. Ook Carnap heeft onder verdenking gestaan van on-Amerikaanse activiteiten.[388] in de VS werd Carnap voor een meeloper met het communisme gehouden en in de Soviet-Unie voor een reactionaire bourgeois-filosoof.

Nadien heeft men verschillende malen getracht Beth naar de Verenigde Staten te halen. Dit bleek niet meer mogelijk. Of hijzelf en zijn vrouw waren ziekelijk of hij had het te druk met andere zaken zoals de oprichting van de Centrale Interfaculteiten in Nederland. Een voldoende inbreng van logica en wetenschapsfilosofie in de filosofieprogramma's kostte hem daarbij nog aardig wat moeite. Beth weigerde ook in te gaan op een 'NATO visiting professorship' aan de Universiteit van Cincinnati voor de herfst van 1962.[389] Hij accepteerde evenmin een Nederlands 'visiting professorship' te Ann Arbor in Michigan, dat voor een vol jaar bedoeld was.[390] Voor de laatste post bleef hij wel kandidaat voor de jaren 1963–1964 en 1964–1965. Een zeer bijzonder aanbod om gedurende een jaar visiting professor te zijn kwam van de filosofen van de University of Texas te Austin. Niet alleen werd hem hier een riant salaris beloofd, maar volgens J.R. Silber had men in Austin ook te maken met een goed klimaat voor asthmalijders.[391] Van R. Montague had hij gehoord dat Beth daar nogal onder leed. De achteruitgang van Beths gezondheid had op dat moment al dermate grote vormen aangenomen dat het voor Beth niet meer verantwoord was een dergelijk aanbod aan te nemen. Een ander geval betrof het International Symposium on the Theory of Models, dat te Berkeley gehouden zou worden.[392] Hiervoor werd per 17 januari 1963 Beth uitgenodigd door Henkin en Tarski.[393] Verzwakt door ziekte was het Beth onmogelijk daaraan gehoor te geven.[394] Door deze ziekteperiode had zijn onderzoek bijna een jaar stilgelegen en ook hierdoor was het hem niet goed mogelijk om binnen korte termijn

[388] Burdman & Feferman (2004), p. 248 en p. 301.

[389] Brief E. Talsma (OK&W) – Beth, 22 november 1961, ('s Gravenhage); brief Beth – E. Talsma, 25 november 1961, 29 januari 1962; brieven J. Vernon (NATO) – Beth, 8 januari 1962, 6 februari 1961, (Paris); brief Beth – J. Vernon, 29 januari 1962; brief H.D. Lipsich (hoofd wiskunde Cincinnati) – Beth, 3 januari 1962, (Cincinnati); brief Beth – H.D. Lipsich, 29 januari 1962.

[390] Brief M.E. 't Hart (KNAW) – Beth, 24 maart 1961; brief Beth – Presidium UvA, 3 februari 1962; brief Beth - J. Valkhof (Secr. Senaat UvA), 13 maart 1961, 14 mei 1962.

[391] Brief J.R. Silber (Chairman Department of Philosophy, Univ. Texas, Austin) – Beth, 1 april 1963, (Austin); brief Beth – Silber, 27 april 1963.

[392]

[393] Brief Tarski (en L. Henkin) (chairmen organizing committee) – Beth, 17 januari 1963.

[394] Brief Beth – Tarski (en Henkin), 4 februari 1963.

een lezing voor te bereiden. Het enige, dat voor hem nog haalbaar zou kunnen zijn, was een bezoek aan het symposium van Piaget te Genève. Bovendien bekleedde hij de functie van voorzitter van de pas opgerichte Centrale Interfaculteit te Amsterdam, wat zijn werkdruk en verantwoordelijkheden sterk vergrootte.[395] Van Dana Scott kreeg Beth hierop een aanbieding een artikel in te zenden zonder zelf te hoeven komen.[396] Beth gaf hieraan gehoor in de vorm van een samen met J.J.F. Nieland in het kader van zijn Euratom-project geproduceerd Beth & Nieland (1965).[397]

Beths weigeringen om Amsterdam te verlaten hadden ook te maken met het door hem opgezette Euratom-contract. Dit contract was aan hernieuwing toe en Beth was bang om door voor langere tijd weg te gaan de voortzetting van dit contract in gevaar te brengen.[398] Dit is hierom opvallend, daar Beth in 1961 nogal bezorgd was over de mogelijkheden, die hem in Nederland geboden werden, en Tarski er toe overging in de Verenigde Staten her en der eens rond te kijken naar mogelijke posten voor Beth.[399] De laatste keer, dat Tarski en Beth elkaar persoonlijk troffen, was in 1961. Tarski kwam toen van een colloquium te Oberwolfach (31 juli – 5 augustus) over Boolese algebra en maattheorie.[400] Hij verbleef aansluitend drie dagen in Amsterdam (6 – 9 augustus).

6 Supplementen

6.1 Namen

Beth, E.W., (1908-1964), studie wiskunde RUU, studie psychologie en filosofie RUU; 1946-1948 buitengewoon hoogleraar UvA; 1948-1964 hoogleraar in 'logica en haar geschiedenis en de filosofie der exacte wetenschappen', UvA.

Brouwer. L.E.J., (1881-1966), studie wiskunde UvA; 1912-1913 buitengewoon hoogleraar 'bijzondere gedeelten der wiskunde', UvA; 1913-1919 hoogleraar 'bijzondere gedeelten der wiskunde', UvA; 1919-1951 hoogleraar wiskunde in 'verzamelingsleer, functietheorie en axiomatiek', UvA.

Bruins, E.M., (1909-1990), studie wis- en natuurkunde UvA; 1943-1962 lector toegepaste en propaedeutische wiskunde, UvA; 1962-1963 lector geschiedenis der Griekse en voor-Griekse wiskunde en propaedeutische wiskunde UvA; 1963-1969 lector propaedeutische wiskunde UvA; 1969-1982 buitengewoon hoogleraar geschiedenis der wiskunde UvA.

Bruyn, N.G. de, (1918-2012); studie wis- en natuurkunde Leiden; 1946-1952 hoogleraar wiskunde TH Delft; 1952-1960 hoogleraar wiskunde UvA voor 'analyse, algebra en toegepaste wiskunde'; 1960-1984 hoogleraar wiskunde TH Eindhoven.

Clay, J., (1882-1955); studie wis- en natuurkunde Leiden; 1920-(?) hoogleraar Bandoeng; 1929-1952 hoogleraar UvA in de 'experimentele natuurkunde'.

[395] Brief Beth – Henkin (en Tarski), 4 februari 1963.
[396] Brief D. Scott – Beth, 12 juni 1963,
[397] brief Beth – J.W. Addison, 8 augustus 1963 en de brief Nieland – Beth, 21 augustus 1963.
[398] Brief Beth – Tarski, 13 februari1962.
[399] Brief Tarski – Beth, 30 augustus 1961.
[400] Brief Tarski – Beth, 30 augustus 1961.

Corput, J.G. van der, (1890-1975); studie wiskunde Leiden; 1922-1923 hoogleraar Freiburg (Zwitserland); 1923-1945 hoogleraar wiskunde Groningen; 1946-1953 hoogleraar wiskunde UvA; 1953-? hoogleraar Berkeley; 1946-1953 directeur MC.

Curry, H.B., (1900-1982); studie wis- en natuurkunde Harvard; 1929-1966 Pennsylvania State University; 1966-1970 hoogleraar 'logica en haar geschiedenis en de filosofie der exacte wetenschappen' UvA.

Dantzig, D. van, (1900-1959); studie wiskunde UvA; 1946-1959 hoogleraar wiskunde UvA voor de 'Leer der collectieve verschijnselen'.

Freudenthal, H, (1905-1990); studie wiskunde Berlijn; 1946-1975 hoogleraar wiskunde RUU voor zuivere en toegepaste wiskunde.

Groot, J. de, (1914-1972); studie wiskunde Groningen; 1948-1951 hoogleraar wiskunde TH Delft; 1952-1972 hoogleraar wiskunde UvA voor meetkunde, analyse en verzamelingsleer.

Heyting, A. (1898-1980); studie wiskunde UvA; 1936: privaatdocent UvA voor 'intuïtionistische wiskunde'; 1937-1948 lector wiskunde UvA voor 'meetkunde, algebra en wijsbegeerte der wiskunde';1948-1968 hoogleraar wiskunde UvA voor 'algebra, meetkunde en wijsbegeerte der wiskunde'.

Korteweg, D.J. (1848-1941); studie TH Delft; 1881-1918 hoogleraar wiskunde UvA

Löb, M., (1921-2006); studie wiskunde University of London; 1967-1970 hoogleraar logica University of Leeds; 1970-1975 hoogleraar 'logica en haar geschiedenis en de filosofie der exacte wetenschappen' UvA; 1975-1984 'wiskundige logica en wijsbegeerte der wiskunde' UvA.

Mannoury, G (1867-1956); onderwijsakten wiskunde; 1917-1918 buitengewoon hoogleraar wiskunde UvA; 1918-1926 hoogleraar 'meetkunde, werktuigkunde en de wijsbegeerte der wiskunde' UvA;1926-1937 'meetkunde, mechanica en wijsbegeerte der wiskunde' UvA.

Popken, J. (1905-1970); studie wiskunde Groningen; 1955-1965 hoogleraar wiskunde (UvA) in analyse, algebra en getaltheorie; 1965-1970 hoogleraar zuivere wiskunde UvA, én 1965-1970 hoogleraar actuariaat en econometrie UvA.

Schouten. J.A., (1883-1971); studie electrotechnisch ingenieur TH Delft; 1914-1943 hoogleraar TH Delft; 1947-1953 buitengewoon hoogleraar wiskunde UvA; 1951(?)-1955 directeur MC.

Vries, H. de, (1867-1954); studie wiskunde UvA. 1905 hoogleraar (Poly)technische Hogeschool Delft;1906-1937 hoogleraar 'wiskunde en mechanica' UvA.

Waerden, B.L. van der, (1903-1996); studie wiskunde UvA; 1928-1931hoogleraar wiskunde Groningen; 1929 gasthoogleraar wiskunde Göttingen; 1931-1944/45? hoogleraar wiskunde Leipzig; 1948 gasthoogleraar Johns Hopkins te Baltimore; 1949-1950 bijzonder hoogleraar 'toegepaste wiskunde' UvA; 1950-1951 hoogleraar 'toegepaste wiskunde' UvA; 1951-1973 hoogleraar wiskunde Universiteit Zürich.

Weitzenböck, R. (1885-1955); studie wijsbegeerte Wenen; 1912-1914 hoogleraar universiteit Graz; 1918-1921 hoogleraar Karl-Ferdinand Universiteit in Praag; 1921-1945 hoogleraar wiskunde UvA in 'getallen-, vormen- en invariantentheorie en de leer der

analytische functies'.

6.2 Promovendi

6.2.1 Dissertaties bij Beth.

Alle dissertaties aan de UvA Fac Wis- en Natuurkunde, afgezien van Balk-Smit Duyzentkunst (UvA Fac. Letteren).

P.C. Gilmore 3.VI.1953, *The effect of Griss' criticism of the intuitionistic logic on deductive theories formalized within the intuitionistic logic*, 24+1 pp.
K.L. de Bouvère 20.V.1955, *A method in proofs of undefinability, With applications to functions in the arithmetic of natural numbers*, 64 pp.
J.J. Mulckhuyse 6.VII.1960, *Molecules and models, Investigations on the axiomatization of structure theory in chemistry*, 67 pp.
W.A. Verloren van Themaat 23.I.1963. *Räumliche Vorstellung und mathematisches Erkenntnisvermögen*, 131 pp.
F. Balk - Smit Duyzentkunst 26.II.1963, *De grammaticale functie, Methode van grammaticale analyse, aan het Nederlands gedemonstreerd* XII+184 pp.
J.J. Broeder 20.XI.1963. *Beschouwingen over het beschrijven van natuurkundige experimenten en resultaten* 76 pp.
J.A. Stommel 15.IV.1964, *L'Unification du Réel. Essai épistémologique sur la schématisation découpante et sa résolution dans les théorétisations de la réalité physique des points de vue scientifique comparés*, 279 pp.; waarnemend promotor H. Engel vanwege Beths overlijden in 1964.

Bij een aantal dissertaties heeft Beth een rol gespeeld zoals bij die van:
M. Guillaume 27.IX.1960, *Les tableaux sémantiques du calcul des prédicats restreint, D'après une méthode mise au point par E.W. Beth*, Sem. Bourbaki 1957-1959, 129+13 pp.; (onder P. Samuel en E. Blanc, Université de Clermont-Ferrand, Fac d. Sciences (Ch. d. Math.)). Beth zat in de promotiecommissie (membre de Jury de thèse).
J.J.A. Mooij, 17.VI.1966, *La philosophie des mathématiques de Henri Poncaré*, (promotor A. Heyting, Uva). Mooij was op het moment van Beth overlijden al vergevorderd.
S.C. van Westrhenen 27.V.1969, *The statistical estimation of provability in the first order predicate calculus*, 114 pp.; promotor W. Peremans, TH Eindhoven (Technische Wetenschappen). Deel van het werk was gedaan als werknemer bij Beths Euratomproject.

6.2.2 Dissertaties bij Brouwer.

Alle dissertaties aan de UvA, Fac Wis- en Natuurkunde.

B.P. Haalmeijer 28.XI.1917, *Bijdragen tot de theorie der elementairoppervlakken*.
M.J. Belinfante 12.XII.1923, *Over oneindige reeksen*.
B. de Loor 23.II.1925, *Die hoofdstelling van die algebra van intuïtionistiese standpunt*, 63 pp.
A. Heyting 25.V.1925, *Intuïtionistische axiomatiek der projektieve meetkunde*, 95 pp.
W. Wilson 10.II.1928, *Afbeeldingen van ruimten*.

F. Loonstra 11.VII.1941, *Analytische Untersuchungen über bewertete Körper*.
J.A. Geldof 11.VII.1951, *Over de arithmetisering van axiomatische meetkunden*.

6.2.3 Dissertaties bij Heyting.

Alle dissertaties aan de UvA, Fac. Wis- en Natuurkunde.

G.W. Decnop 1951, *Het complexe elliptische vlak: het oriëntatiebegrip in de elementaire meetkunde*, 132+XII pp.
J.J.W. Berghuys S.J. 1952, *Grondslagen van de aanschouwelijke meetkunde*.
J.G. Dijkman 21.V.1952, *Convergentie en divergentie in de intuïtionistische wiskunde*, 98 pp.
B. van Rootselaar 1954, *Generalization of the Brouwer integral* .
D. van Dalen 8.V.1963, *Extension problems in intuitionistic plane projective geometry*, 36 pp.
Ashvinikumar 1966, *Hilbert spaces in intuitionism*, (= *Hilberta spacoj intuitsiimo*, esperanto), 87 pp.
J.J.A. Mooij 17.VI.1966, *La philosophie des mathématiques de Henri Poncaré*, 174 pp.
A.S. Troelstra 15.VI.1966, *Intuitionistic general topology*, 113 pp.
G. Gibson 5.VII. 1967, *The Radon-integral in intuitionism*, 49 pp.

Referenties

Abbott, E. (1884), *Flatland, A romance of many dimensions, By a square*, Blackwell, Oxford.

Alberts, G. (1987), De achtergronden van het mathematisch centrum, *in* F. van der Blij en J. Nuis G. Alberts, ed., 'Zij mogen uiteraard daarbij de zuivere wiskunde niet verwaarlozen', CWI tracts, Centrum voor Wiskunde en Informatica, Amsterdam, chapter 2, pp. 15–53.

Alberts, G. (1998), *Jaren van berekening, Toepassingsgerichte initiatieven in de Nederlandse wiskundebeoefening 1945–1960*, Amsterdam University Press, Amsterdam.

Automation (1968), *in* P. Braffort & F. van Schepen, eds, 'Automation in language translation and theorem proving', number EUR 4038e, Commission of the European Communities, Brussels.

Barwise, J. & Feferman, S. (1985), *Model-theoretic logics*, Perspectives in mathematical logic, Springer, New York.

Beth, E.W. (1935), *Rede en aanschouwing in de wiskunde*, Noordhoff, Groningen. (VIII+ 120 pp.). (dissertatie 5-11-1935, Rijks Universiteit van Utrecht; promotor J.C. Franken).

Beth, E.W. (1937), L'Evidence intuitive dans les mathématiques modernes, *in* 'Travaux du IXe Congrès Internationale de Philosophie, afd. IV, Mathématique et intuition, No. 26', pp. 161–165.

Beth, E.W. (1937/38*a*), 'Doel en zin van het meetkunde-onderwijs', *Euclides* **14**, 236–241.

Beth, E.W. (1937/38*b*), 'Wiskunde, logica en natuurphilosophie op het Congrès-Descartes', *Algemeen Nederlands Tijdschrift voor Wijsbegeerte* **31**(3), 130–142.

Beth, E.W. (1938), 'Une démonstration de la non-contradiction de la logique des types au point de vue fini', *Nieuw Archief voor Wiskunde, (2e reeks)* **19**, 59–62.

Beth, E.W. (1939/40), 'De psychologische argumenten en richtlijnen voor de vernieuwing van het onderwijs in de wiskunde', *Euclides* **16**, 236–243. (Verslag van de vergadering van de wiskundewerkgroep van de werkgemeenschap tot vernieuwing van onderwijs en opvoeding (27 november 1937), Sterrenwacht Utrecht).

Beth, E.W. (1948/49), 'De exact-wetenschappelijke wijsbegeerte op het Congres van Amsterdam', *Algemeen Nederlands Tijdschrift voor Wijsbegeerte* **41**, 9–14.

Beth, E.W. (1950), *Les fondements logiques des mathématiques*, number 1 *in* 'Collection de logique mathématique, série A', Gauthiers-Villars, Nauwelaerts, Paris, Louvain. (224 pp.). (1955[2] herzien, 244 pp.). (En als *I fondementi logici della mathematica*, Milano (Feltrinelli), (1963), (XVI + 321 pp.)).

Beth, E.W. (1951*a*), 'Techniek, kind der logika, Einstein-prijs voor Kurt Gödel', *Elseviers Weekblad*. 14 april 1951.

Beth, E.W. (1951*b*), 'A topological proof of the theorem of Löwenheim – Skolem – Gödel', *Indagationes Mathematicae* **13**, 437–444.

Beth, E.W. (1953), 'Nominalisme in de hedendaagse logica', *Folia Civitatis*. (FC-aflevering van 14 februari 1953).

Beth, E.W. (1953/54), 'Zomerconferentie 1953', *Algemeen Nederlands Tijdschrift voor Wijsbegeerte* **46**, 41–55.

Beth, E.W. (1955), 'Semantic entailment and formal derivability', *Mededelingen Koninklijke Nederlandse Akademie van Wetenschappen, Nieuwe Reeks* **18**(13), 309–342.

Beth, E.W. (1955/1956*a*), 'In memoriam J. Clay (1882–1955)', *Algemeen Nederlands Tijdschrift voor Wijsbegeerte* **47**, 233–235.

Beth, E.W. (1956*b*), 'Semantic construction of intuitionistic logic', *Koninklijke Nederlandse Akademie van Wetenschappen, Mededelingen, Nieuwe Reeks* **19**(11), 357–388.

Beth, E.W. (1956*c*), 'Über Lockes Allgemeines Dreieck', *Kant-Studien* **48**, 361–380.

Beth, E.W. (1957*a*), Intuitionistic predicate logic, *in* 'Summaries of talks presented at the Summer Institute for Symbolic Logic in 1957', Vol. 1, Cornell University, pp. 113–121. (1960[2]).

Beth, E.W. (1957*b*), *La crise de la raison et la logique*, Vol. 12 of *Collection de logique mathématique, Série A*, Gauthier-Villars, Nauwelaerts, Paris, Louvain. (52 pp.).

Beth, E.W. (1958*a*), Didactische consequenties van het exact-wetenschappelijk grondslagenonderzoek, *in* 'De grondslagen van de exacte wetenschappen, Methodische en didactische aspecten', Groningen, pp. 5–13. Verslag van het 12e Congres van leraren in de Wiskunde en Natuurwetenschappen, Utrecht, (14 april 1958).

Beth, E.W. (1958*b*), 'On machines which prove theorems', *Simon Stevin* **32**, 49–60. (Naar lezing *Formal derivation by means of semantic tableaux*, 6 augustus 1957, IBM Research Centre Yorktown, NY. Zie ook Beths *Formal methods'*, 1962, pp. 112–121).

Beth, E.W. (1959*a*), *The foundations of mathematics. A study in the philosophy of sciences*, Studies in Logic, North Holland, Amsterdam. (XXVI + 722 pp.). (1965^2 revised, North Holland, (XXVIII + 741 pp.). (1966^3, Harper).

Beth, E.W. (1959*b*), Remarks on intuitionistic logic, *in* A. Heyting, ed., 'Constructivity in mathematics', Studies in Logic, (Colloquium constructivity in mathematics, Amsterdam, August 1957), North Holland, Amsterdam, pp. 15–25.

Beth, E.W. (1960*a*), 'Beschouwingen over het logische denken', *Mededelingen KNAW, Afd. Letteren, Nw Reeks* **23**(1), 3–25. (lezing 14 december 1959, KNAW).

Beth, E.W. (1960*b*), 'Een terugblik', *De Gids* **123**, 320–330.

Beth, E.W. (1961*a*), Observations concerning computation, deduction and heuristics, *in* 'Compte-rendu des travaux effectués par l'Université d'Amsterdam dans le cadre du contrat Euratom', number 26 *in* 'Rapport CETIS', Euratom–C.C.R. Ispra, pp. 106–119. (Ook in *Computer programming and Formal systems*, (P. Braffort, D. Hirschberg ed.), (Studies in Logic), Amsterdam (North-Holland), 1963, pp. 21–32).

Beth, E.W. (1961*b*), 'Wetenschap zoekt naar redeneermachine, droom die werkelijkheid kan worden, titanenwerk dat altijd vruchten afwerpt', *De Volkskrant*. (25 maart 1961.

Beth, E.W. (1962), *Formal methods, An introduction to symbolic logic and to the study of effective operations in arithmetic and logic*, number 4 *in* 'Synthese Library', Reidel, Dordrecht. (XIV + 170 pp.).

Beth, E.W. (1962/63), 'Logische en denkpsychologische aspecten van de vernieuwing van het wiskundeonderwijs', *Euclides* **38**, 179–187. (lezing vacantiecursus Mathematisch Centrum Amsterdam (1 september 1962) en 'abstract' van de lezing.).

Beth, E.W. (1963), 'Konstanten van het wiskundig denken', *Mededelingen K.N.A.W., Afd. Lett., N. Reeks* **26**(7), 231–255.

Beth, E.W. (1965*a*), Démonstration heuristique et déduction formelle, *in* '3e Congrès International de Cybernétique, Namen (1961)', Association Internationale de Cybernétique.

Beth, E.W. (1965*b*), *Mathematical thought, An introduction to the philosophy of mathematics*, number 11 *in* 'Synthese Library', Reidel, Dordrecht. (XII + 208 pp.). (bezorgd door E.M. Barth, J.J.A. Mooij).

Beth, E.W. (1967), *Moderne logica*, van Gorcum – Prakke, Assen.)184 pp.). (bezorgd door J.J.A. Mooij en E.M. Barth). (1969^2). (in het Engels als *Aspects in modern logic*, Dordrecht (Reidel), (1970), (176 pp.)).

Beth, E.W. (2008), The institute for the foundations and the philosophy of the exact sciences, *in* J.F.A.K van Benthem, P. van Ulsen & H. Visser, eds, 'Logic and scientific philosophy, An E.W. Beth centenary celebration', Evert Willem Beth Foundation, KNAW, Amsterdam, pp. 26–28. (Bron: stencil, November 1961).

Beth, E.W. & Bok, S.T. (1961), 'Rapport over het 3e Internationaal Congres voor Cybernetica', *KNAW, Rapporten* **13**, 104–106.

Beth, E.W. & Nieland, J.J.F. (1965), Semantic construction of Lewis's systems S4 and S5, *in* J.W. Addison, L. Henkin & A. Tarski, eds, 'Symposium of the theory of models', Studies in Logic, North-Holland, Amsterdam, pp. 17–24. (Proceedings of the 1963 International Symposium at Berkeley).

Beth, E.W. & Piaget, J. (1961), *Epistémologie mathématique en psychologie, Essai sur les relations entre la logique formelle et la penseé réelle*, Presses Universitaires de France, Paris.

Beth, E.W. & Tarski, A. (1956), 'Equilaterality as the only primitive notion of Euclidean geometry', *Indagationes Mathematicae* **18**, 462–467.

Beth, H.J.E. (1934/35), 'Boekbespreking van 'H. Turkstra, *Psychologisch-didactische problemen bij het onderwijs in de wiskunde aan de middelbare school*, (Wolters), Groningen'', *Euclides* **11**, 87–90.

Bieberbach, L. (1952), *Theorie der geometrischen Konstruktionen*, Birkhäuser, Basel.

Bouman, P.J. & van der Zalm, J.C. (1922), *De rekenkundige denkbaarheden in logische samenhang*, Amsterdam.

Braffort, P. & van Scheepen, F. (1968), Foreword, *in* P. Braffort & F. van Scheepen, eds, 'Automation in language translation and theorem proving', number EUR 4038e, Commission of the European Communities, Brussels, p. VII.

Brouwer, L.E.J. (1929), 'Mathematik, Wissenschaft und Sprache', *Monatshefte f. Mathematik und Physik* **36**, 153–164. Vortrag gehalten in Wien am 10.III.1928; ook in Brouwer Coll. Works I (1975).

Brouwer, L.E.J. (1930), *Die Struktur des Kontinuums*, Komitee zur Veranstaltung von Gastvorträgen, Wien. Vortrag gehalten in Wien am 14 März 1928, Sonderabdruck; en in Brouwer Coll. Works I (1975).

Brouwer, L.E.J. (2011), *Companion to the 'Selected correspondence of L.E.J. Brouwer'*, Springer. (ed. D. van Dalen), electronisch boek (ebook).

de Bruijn, N.G. (2008), N.G. de Bruijn: personal memories to E.W. Beth, *in* J.F.A.K van Benthem, P. van Ulsen & H. Visser, eds, 'Logic and scientific philosophy, An E.W. Beth centenary celebration', Evert Willem Beth Foundation, KNAW, Amsterdam, pp. 26–28.

Bunt, L.N.J. (1954), *Van Ahmes tot Euclides*, Wolters, Groningen.

Burdman, A. & Feferman, S. (2004), *Alfred Tarski, Life and logic*, Cambridge UP, Cambridge.

Burger, D. (1957), *Bolland, Een roman van gekromde ruimten en uitdijend heelal, Door een zeshoek met een kijkje in platland, Een fantasie over de vierde dimensie door een vierkant*, second edn, Blommendaal, 's-Gravenhage.

Buter, E.M. (1963), *Cybernoegenese: een beschrijving steunend op analyse van op beheersing van formele structuren gericht onderwijs in de biologie*, number 8 *in* 'Paedagogica didactica', Wolters, Groningen. (dissertatie, Amsterdam).

Carnap, R. (1934), *Logische Syntax der Sprache*, Springer, Wien.

Carton, M. (1960), 'Un procédé de mécanisation de la géométrie', *Cybernetica* **3**, 83–116, 301–311.

CETIS (1961), Rapport CETIS, Compte-rendu des travaux effectué par l'Université d'Amsterdam dans le cadre de contrat Euratom, Technical Report 26. CETIS: Centre du Traitement d'Information Scientifique.

Chomsky, N. (1957), *Syntactic structures*, number 4 *in* 'Janua Linguarum, Series minor', Mouton, 's-Gravenhage.

Church, A. (1936), 'recensie van E.W. Beth, Démonstration d'un théorème concernant le principe du tiers exclu', *The Journal of Symbolic Logic* **1**, 118. (Beths artikel in: *Ac. Royale de Belgique, Bull. d.l. classe d. sciences, 5 s*, 22, (1936), pp. 580–581).

Church, A. (1937), 'recensie van E.W. Beth, Une démonstration de la non-contradiction de la logique des types au point de vue fini', *The Journal of Symbolic Logic* **2**, 44. (Beths artikel in: *Nw. Arch. Wisk., 2e reeks*, 190, (1936), pp. 59–62).

Czelakowski, J. & Malinowski, G. (1985), 'Key notions of Tarski's methodology of deductive systems', *Studia Logica* **44**, 321–352.

van Dalen, D. (1999), *Mystic, geometer and intuitionist, The life of L.E.J. Brouwer (1881-1966), The dawning revolution*, Vol. I, Clarendon Press, Oxford.

van Dalen, D. (2001), *L.E.J. Brouwer, Een biografie, Het heldere licht van de wiskunde*, Uitgeverij Bert Bakker, Amsterdam.

van Dalen, D. (2005), *Mystic, geometer and intuitionist, The life of L.E.J. Brouwer (1881-1966), Hope and disillusion*, Vol. II, Clarendon Press, Oxford.

van Dantzig, D. (1938), *Vragen en schijnvragen over ruimte en tijd, Een toepassing van den wiskundigen denkvorm*, Wolters, Groningen-Batavia. Rede uitgesproken bij de aanvaarding van het ambt van buitengewoon hoogleraar aan de TH Delft, 28.X.1938; 24 pp.

Dekker, T.J. (1958), *Paradoxical decompositions of sets and spaces*, Amsterdam. (dissertatie, Universiteit van Amsterdam; promotor J. de Groot).

DMV (1990), Ein Jahrhundert Mathematik 1890-1990, *in* G. Fischer, ed., 'Festschrift zum Jubileum der DMV', number 6 *in* 'Dokumente zur Geschichte der Mathematik, DMV', Vieweg, Braunschweig-Wiesbaden.

Dold-Samplonius, Y. (1997), 'Interview with Bartel Leendert van der Waerden', *Notices of the AMS* **44**(3), 313–320. review op 4 mei 1993; 1e publicatie 1993 in Journal NTM 2 (3).

Eberle, R.A. (1970), *Nominalistic systems*, Reidel, Dordrecht.

Feigl, H. & Sellars, W. (1949), *Readings on philosophical analysis*, Appleton, New York.

Fraïssé (1953), *Sur quelques classifications des systèmes de relations*, Durand, Chartres. (Thèse, Paris, 29 oktober 1953).

Fraïssé (1986), *Theory of relations*, North Holland, Amsterdam.

Freudenthal, H. (1987), *NRC-Handelsblad*. 13 oktober 1987.

Gilmore, P.C. (1953), *The effect of Griss' criticism of the intuitionistic logic on deductive theories formalized within the intuitionistic logic*, Noord Holland, Amsterdam. (dissertatie 3 juni 1953, Universiteit van Amsterdam; promotor E.W. Beth).

Gödel, K. (1936), 'Über die Länge von Beweisen', *Ergebnisse eines mathematischen Kolloquiums* **7**, 23–24.

de Groot, J. (1942), *Topologische studiën, Compactificatie, voortzeting van afbeeldingen en samenhang*, Van Gorcum, Assen. Dissertatie, Rijks-Universiteit Groningen (promotor G. Schaake).

Hemelrijk, J. (1959), 'In memoriam prof.dr. D. van Dantzig', *Statistica Neerlandica* **13**(4), 416–432.

Hendriks, A. (1996), *Computations in propositional logic*, number 1996-1 *in* 'ILLC Dissertation Series', ILLC, Amsterdam. (dissertatie 12-3-1996, Universiteit van Amsterdam).

Heymans, E. (1923), *Die Gesetze und Elemente des wissenschaftlichen Denkens*, Leipzig.

Heyting, A. (1926/27), 'Technische vaardigheid', *Bijvoegsel van het Nieuw Tijdschrift voor Wiskunde gewijd aan onderwijsbelangen* **3**, 21–25.

Heyting, A. (1940), Wiskundige strengheid in wetenschap en school, *in* 'Verslag 5e Nederlands Congres van leraren in de wiskunde en natuurwetenschappen, gehouden op 28 maart 1940 te Amsterdam', J.B. Wolters, Groningen-Batavia, pp. 15–27. En ook in: Euclides 17 (1940-1941), pp. 79-93.

Heyting, A. (1946/47), 'Punten in het oneindige', *Euclides* **22**, 106–118. Voordracht Mathematisch Centrum 29 oktober 1946.

Heyting, A. (1956), *Intuitionism, An introduction*, Studies in logic, North Holland. (1966^2, 1971^3, both revised).

Heyting, A. (1957/58), 'Intuitionisme en schoolwiskunde', *Euclides* **33**, 1–12.

Hilbert, D. (1899), *Grundlagen der Geometrie*, Teubner, Leipzig – Berlin. 1956^8, (ed. P. Bernays), Stuttgart (Teubner).

Hoogland, E. (2001), *Definability and interpolation, Model-theoretic investigations*. (dissertatie, 29-6-2001, Universiteit van Amsterdam; promotor D.H.J. de Jongh).

Hutchins, W.J. (1986), *Machine translation; past, present, future*, Ellis Horwood, Chichester.

Jaensch, E.R. (1941), *Zur Eidetik und Integrationstypologie*, J.A. Barth, Leipzig. (und Mitarbeiter).

Jech, T.J. (1973), *The axiom of choice*, Studies in logic, North Holland, Amsterdam.

Johansson, I. (1936), 'Der Minimalkalkül, ein reduzierter intuitionistischer Formalismus', *Compositio Mathematica* **4**, 119–136.

de Jongh, D.H.J. (1961), Recherches sur les I-valuations, *in* 'Rapport CETIS', number 26, Compte-rendu des travaux effectué par l'Université d'Amsterdam dans le cadre de contrat Euratom, pp. 172–178. Rapport 17 (1968 vertaald: Essays on I-valuations, *Automation in language, translation and theorem proving, Some applications in mathematical logic*, (Braffort ed.), Brussels (1968), (Euratom 4038e), 263–267)).

de Jongh, D.H.J. (1968), *Investigations on the intuitionistic propositional calculus*, number 69-894, University Microfilms, Inc., Ann Arbor, Michigan. (dissertatie University of Winconsin; promotor S.C. Kleene).

de Jongh, D.H.J. & van Ulsen, P. (2000), 'Over de kinderjaren van de denkende machines, In het huis van Beth woonden vele wetenschappers', *Folia* **54**(13), 20–21. (17 november 2000).

de Jongh, D.H.J. & van Ulsen, P. (1999), Beth's nonclassical valuations, *in* 'Un logicien consciencieux, La philosophie de Evert Willem Beth', Vol. 4 of *Philosophia Scientiae*, Actes du Colloque Evert Willem Beth, Archives Henri–Poincaré (Nancy, 22–24 Avril 1998), Kimé, Paris, pp. 279–302.

Jordan, Z. (1967), The development of mathematical logic in Poland between the two wars, *in* S. McCall, ed., 'Polish logic 1920 – 1939', Oxford, pp. 347–397.

Knaster, B., Kuratowski, C. & Mazurkiewicz, S. (1929), 'Ein Beweis des Fixpunktsatzes für n-dimensionale Simplexe', *Fundamenta Mathematicae* **14**, 132–137.

de Kool, A. (1961), 'Op zoek naar een machine die denken kan', *De nieuwe Rotterdamsche Courant*. (25 maart 1961).

Kreisel, G. (1954), 'recensie van Setsuya Seki, On the weakened type logic', *Mathematical Reviews* **15**, 90. (Seki's artikel in: *Comm. Math. U. St. Paul* 2, (1953), pp. 29–40).

Kuratowski, K. (1980), *Half a century of Polish mathematics, Remembrances and reflections*, Oxford–Warszawa. (2e druk: Engelse vertaling).

Leblanc, H. (1955), *An introduction to deductive logic*, J. Wiley, New York.

Levy, A. (1988), 'Alfred Tarski's work in set theory', *Journal of Symbolic Logic* **53**, 2–6.

Mehrtens, H. (1987), Ludwig Bieberbach and 'Deutsche Mathematik', *in* E. Phillips, ed., 'Studies in the history of mathematics', Mathematical Association of America, Providence, pp. 195–241.

Mehrtens, H. (1989), 'The Gleichschaltung of mathematical societies in Nazi Germany', *Mathematical Intelligencer* **11**, 48–60.

Mendelson, E. (1969), 'recensie van Beth, Piaget, epistémologie.... (1961)', *Zentralblatt f. Mathematik* **165**, 301–302.

Menzler-Trott, E. (2001), *Gentzens Problem, Mathematische Logik im nationalsozialistischen Deutschland*, Birkhäuser, Basel.

Minsky, M. & Papert, S. (1969), *Perceptrons, An introduction to computational geometry*, Vol. I, MIT, Cambridge.

Mooij, J.J.A. (1966), *La philosophie des mathématiques de Henri Poincaré*. (dissertatie, UvA).

de Moor, E.W.A. (1999), *Vroeger, 40 historische columns over het rekenonderwijs*, NVORWO, Tilburg.

Mostowski, A. (1965), *Thirty years of foundational studies, Lectures on the development of mathematical logic and the study of the foundations of mathematics in 1930 – 1964*, Acta Philosophica Fennica, Societas Philosophica Fennica, Helsinki.

Mostowski, A. (1967), Tarski, Alfred, *in* 'The encyclopedia of philosophy', New York, pp. 77–78.

Prawitz, D. (1960), 'An improved proof procedure', *Theoria* **26**, 102–139.

Reichling, A. (1961), *Verzamelde studies*, Zwolle.

Robinson, A. (1957), Proving a theorem (as done by man, logician, or machine), *in* 'Summaries of talks', Summer Institute for symbolic logic, Cornell University 1957.

van Scheepen, F. (1968), Introduction, Theoretical aspects of automatic data processing, *in* P. Braffort & F. van Scheepen, eds, 'Automation in language translation and theorem proving', number EUR 4038e, Commission of the European Communities, Brussels, pp. IX–XV.

Scholz, H. (1942), 'Was will die formalisierte Grundlagenforschung (Belehrung)', *Deutsche Mathematik* **7**, 206–248. (1944).

Scott, D. (1956), 'A symmetric primitive notion for euclidean geometry', *Indagationes Mathematicae* **18**, 456–46.

Segal, S.L. (1986), 'Mathematics and German politics: The national socialist experience', *Historia Mathematica* **13**, 118–135.

Skolimowski, H. (1980), *Polish analytical philosophy, Remembrances and reflections*, Oxford/Warszawa.

Smid, H.J. (2000), De betekenis van David van Dantzig voor het onderwijs in de wiskunde, *in* G. Alberts & H. Blauwendraat, eds, 'Uitbeelden in wiskunde, Proceedings van het symposium Van Dantzig 2000 ter gelegenheid van de100ste geboortedag van David van Dantzig op 23 september 2000', CWI Publications Varia, CWI, Amsterdam, chapter 3, pp. 39–57.

Soifer, A. (2009), *The mathematical coloring book*, Springer. e-book.

Staal, J.F. (1965), 'E.W. Beth 1908–1964, (biografie en bibliografie)', *Dialectica* **19**, 158–179. (Revisie bibliografie (maar geen biografie) in: *E.W. Beth, memorial colloquium*, (Paris 1964), (J.L. Destouches ed.), Dordecht (Reidel), 1967, 121–137).

Steck, M. (1942), *Das Hauptproblem der Mathematik*, Georg Lüttke, Berlin.

van Stigt, W.P. (1990), *Brouwer's intuitionism*, North Holland, Amsterdam.

Suppes, P. (1988), 'Philosophical implications of Tarski's work', *Journal of Symbolic Logic* **53**, 80–91.

Tarski, A. (1923), 'Sur le terme primitive de la logistique', *Fundamenta Mathematicae* **4**, 196–200. (A. Tajtelbaum).

Tarski, A. (1937), Sur la méthode déductive, *in* Raymond Bayer, ed., 'Travaux du IXe Congrès Internationale de Philosophie, boek VI, Logique et Mathématiques, afd. III, No. 16', pp. 95–104.

Tarski, A. (1946), *Introduction to logic and the methodology of deductive sciences*, 2 (revised) edn, Oxford University Press, New York. (translated by O. Helmer).

Tarski, A. (1948), A decision method for elementary algebra and geometry, R 109, Rand, Santa Monica.

Tarski, A. (1956), 'A general theorem concerning primitive notions of Euclidean geometry', *Indagationes Mathematicae* **18**(1), 468–474.

Tarski, A. (1959), What is elementary geometry, *in* L. Henkin, P. Suppes & A. Tarski, eds, 'The axiomatic method', Studies in Logic, North-Holland, Amsterdam, pp. 16–29.

Tarski, A. & Banach, S. (1924), 'Sur la décomposition des ensembles de points en parties respectivement congruents', *Fundamenta Mathematicae* **6**, 244–277.

Troelstra, A.S. (1965), 'On intermediate propositional logics', *Indagationes Mathematicae* **27**, 141–152. (Rapport Euratom(-project) 32 (1963)).

van Ulsen, P. (2000), E.W. Beth als logicus, PhD thesis, Universiteit van Amsterdam, Amsterdam. promotoren J.F.A.K. van Benthem, A.S. Troelstra.

Visser, H. (1995), 'Geschiedenis van het kunstmatige intelligentie-onderzoek in Nederland tot 1970, Een aanzet tot inventarisatie', *NVKI-Nieuwsbrief* pp. 34–38, 104–107, 122–126. (april, augustus, oktober; Nederlandse Vereniging Kunstmatige Intelligentie).

van der Waerden, B.L. (1926), *De algebraiese grondslagen der meetkunde van het aantal*. (Dissertatie 24-3-1926, Universiteit van Amsterdam, promotor H. de Vries).

Wagon, S. (1985), *The Banach–Tarski paradox*, Cambridge University Press, Cambridge.

van Westrhenen, S.C. (1969), *Statistical estimation of provability in the first order predicate calculus*, Eindhoven. (dissertatie, Technische Hogeschool Eindhoven; promotor W. Peremans).

Woleński, J. (1989), *Logic and philosophy in the Lwow-Warsaw School*, number 198 *in* 'Synthese Library', Kluwer, Dordrecht.